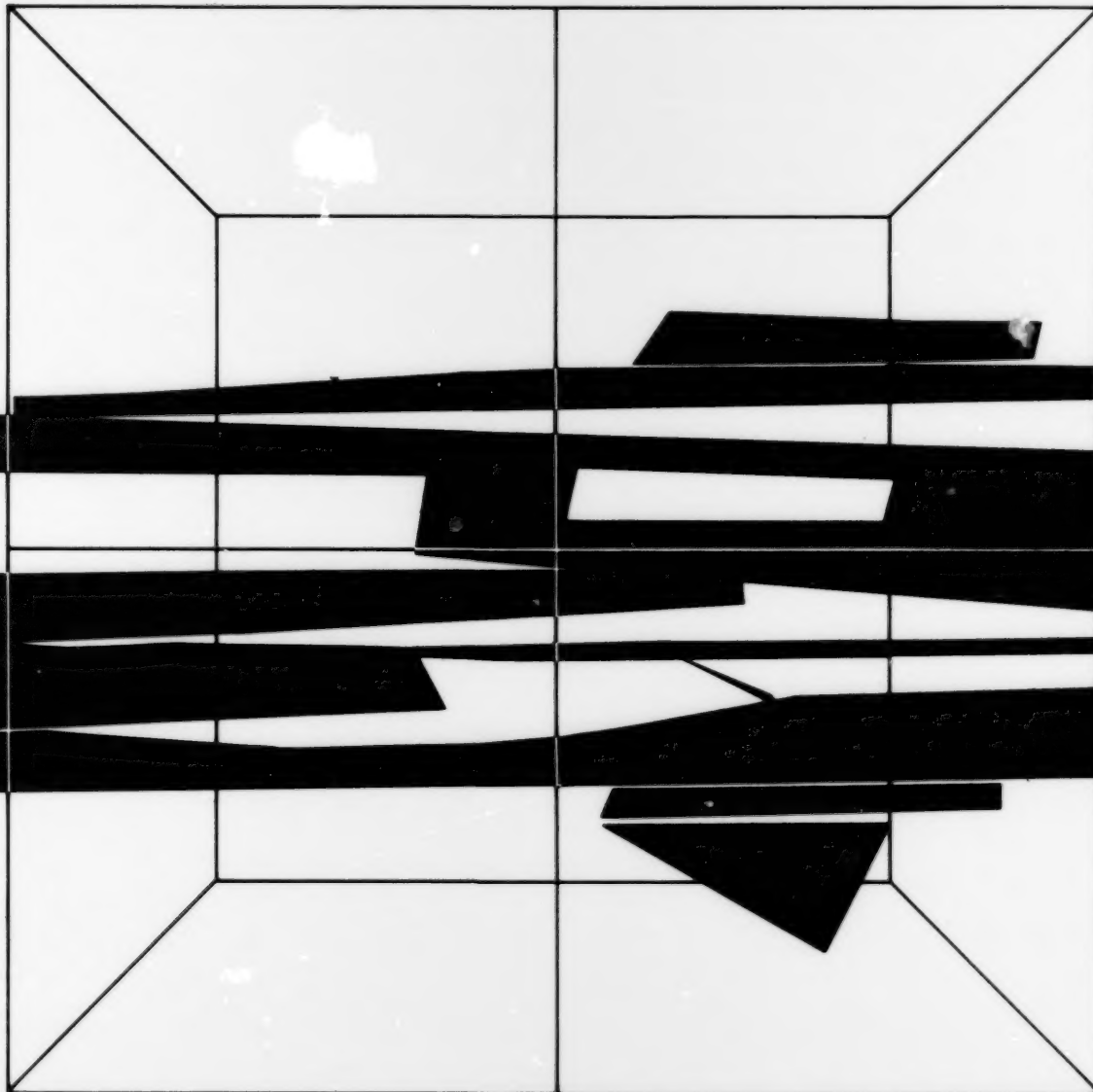


Reference Method for Source Testing: Measurement of Releases of Selected Semi-volatile Organic Compounds from Stationary Sources

Report EPS 1/RM/2
June 1989



Environment
Canada

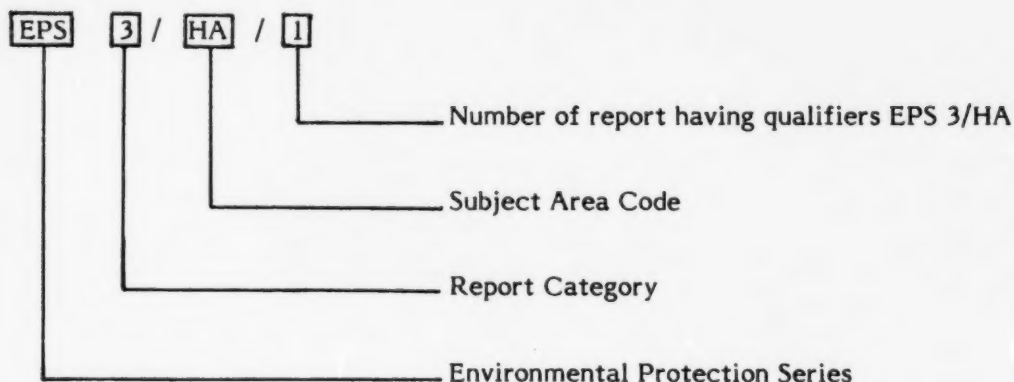
Environnement
Canada

Canada

PRINTED IN CANADA

ENVIRONMENTAL PROTECTION SERIES REPORT

Sample Number:



Categories

- | | |
|---|---|
| 1 | Regulations/Guidelines/Codes of Practice |
| 2 | Problem Assessments, and Control Options |
| 3 | Research and Technology Development |
| 4 | Literature Reviews |
| 5 | Surveys |
| 6 | Social, Economic and Environmental Impact Assessments |
| 7 | Surveillance |
| 8 | Policy Proposals & Statements |
| 9 | Manuals |

Subject Areas

- | | |
|-----|-------------------------------|
| AG | Agriculture |
| AN | Anaerobic Technology |
| AP | Airborne Pollutants |
| AT | Aquatic Toxicity |
| CC | Commercial Chemicals |
| CE | Consumers and the Environment |
| CI | Chemical Industries |
| FA | Federal Activities |
| FP | Food Processing |
| HA | Hazardous Wastes |
| IC | Inorganic Chemicals |
| MA | Marine Pollution |
| MM | Mining & Ore Processing |
| NR | Northern and Rural Regions |
| PF | Paper and Fibres |
| PG | Power Generation |
| PN | Petroleum and Natural Gas |
| SF | Surface Finishing |
| SP | Oil & Chemical Spills |
| SRM | Standard Reference Methods |
| TS | Transportation Systems |
| TX | Textiles |
| UP | Urban Pollution |
| WP | Wood Protection/Preservation |

New subject areas and codes are introduced as they become necessary. A list of EPS reports may be obtained from Environmental Protection Publications, Conservation and Protection, Environment Canada, Ottawa, Ontario, Canada, K1A 0H3.

**REFERENCE METHOD FOR SOURCE TESTING: MEASUREMENT OF RELEASES OF
SELECTED SEMI-VOLATILE ORGANIC COMPOUNDS FROM STATIONARY SOURCES**

Pollution Measurement Division
River Road Environmental Technology Centre
Conservation and Protection
Environment Canada

Report EPS 1/RM/2
June 1989

Canadian Cataloguing in Publication Data

Main entry under title:

Reference method for source testing : measurement of releases of selected semi-volatile organic compounds from stationary sources

(Report ; EPS 1/RM/2)

Text in English and French with French text on inverted pages.

Title on added t.p.: Méthode de référence en vue d'essais aux sources, dosage des composés organiques semi-volatils dans les émissions de sources fixes.

Issued by Environment Canada.

Includes bibliographical references.

ISBN 0-662-56823-0

DSS cat. no. En49-24/1-2

1. Hazardous wastes -- Canada -- Incineration.
2. Organic compounds -- Waste disposal. 3. Air -- Pollution -- Measurement. I. Canada. Pollution Measurement Division. II. Canada. Environment Canada. III. Series: Report (Canada. Environment Canada) ; EPS 1/RM/2).

TD897.8.C32R43 1989

363.7'28

C89-097106-4E

Inquiries pertaining to the use of this reference method should be directed to:

Pollution Measurement Division
Technology Development and Technical Services Branch
Conservation and Protection
Environment Canada
River Road Environmental Technology Centre
Ottawa, Ontario
K1A 0H3

Additional copies of this document can be obtained from:

Technology Transfer and Training Division
Technology Development and Technical Services Branch
Conservation and Protection
Environment Canada
Ottawa, Ontario
K1A 0H3



FOREWORD

The Environment Canada Reference Method (RM) described in this document is used to measure the releases of selected semi-volatile organic compounds from stationary sources. This method is used in conjunction with those described in Environment Canada Report EPS 1-AP-74-1, "Standard Reference Method for Source Testing: Measurement of Emissions of Particulates from Stationary Sources", as amended. The complexity of method procedures warrants that personnel performing them be trained and experienced.

Application of this RM for compliance testing requires strict adherence to the method in all respects. Deviation from the method may invalidate the test results. Any changes in equipment, reagents, materials, procedures, or calculations from those specified in the RM must be approved in writing by Environment Canada prior to testing. If deviations are made without prior approval, the validities of the tests shall be determined by Environment Canada on a case-by-case basis.

NOTE: Mention of trade names or commercial products does not constitute endorsement for use by Environment Canada.

TABLE CONTENTS

	Page
FOREWORD	v
LIST OF FIGURES	viii
LIST OF TABLES	viii
1 APPLICABILITY	1
2 PRINCIPLE	2
3 APPARATUS	3
3.1 Sampling Train	3
3.2 Sample Preparation and Recovery	6
4 REAGENTS	8
5 PROCEDURES	9
5.1 Cleaning and Proofing	9
5.2 Sampling Collection	11
5.3 Sample Recovery	16
6 CHEMICAL ANALYSIS	20
7 CALCULATIONS	21
7.1 Equations	21
7.2 Nomenclature	23
REFERENCES	27

LIST OF FIGURES

Figure		Page
1	SEMI-VOLATILE ORGANICS SAMPLING TRAIN	4
2	MOISTURE ANALYSIS DATA SHEET	13
3	ORGANICS SAMPLING DATA SHEET	15
4	SEMI-VOLATILE ORGANICS RECOVERY PROCEDURE	19
5	CALCULATION OF 2,3,7,8-T4CDD EQUIVALENT PCDDs AND PCDFs	25

LIST OF TABLES

Table		
1	CLEANING AND PROOFING PROCEDURES	10

1 **APPLICABILITY**

This Environment Canada Reference Method (RM) is applicable to the determination of emissions of polychlorinated dibenzo-*para*-dioxins (PCDDs), polychlorinated dibenzofurans (PCDFs), polychlorinated biphenyls (PCBs), and other semi-volatile organic compounds (SVOCs) from stationary sources. Semi-volatile organics are defined as compounds with boiling points greater than 100°C. The testing procedures in Method A,B,C,D and F, contained in Environment Canada Report EPS 1-AP-74-1, "Reference Methods for Source Testing: Measurement of Emissions of Particulates from Stationary Sources" (as amended), are to be used in conjunction with the SVOC method:

- Method A - Determination of Sampling Site and Traverse Points
- Method B - Determination of Stack Gas Velocity and Volumetric Flow Rates
- Method C - Determination of Molecular Weight by Gas Analysis
- Method D - Determination of Moisture Content
- Method F - Calibration Procedure for S-Type Pitot Tube, Dry Gas Meter and Orifice Meter.

2 PRINCIPLE

An integrated stack gas sample is isokinetically withdrawn from a number of traverse points along the stack cross section. Semi-volatile organic compounds associated with particulate matter are collected in the front-half components of the sampling train. Semi-volatile organic compounds not collected by the high efficiency glass or quartz fibre filter are adsorbed on a porous, polymeric resin, Amberlite XAD-2.

3 APPARATUS

3.1 Sampling Train (Figure 1)

The following equipment is required:

Nozzle: A button-hook type nozzle with a sharp, tapered leading edge. The nozzle is usually made of 316 stainless steel or Incoloy 825, but quartz or equivalent material may be used when high temperature or corrosive gases are encountered. The minimum inside diameter of the nozzle shall be 4.76 mm (3/16 inch).

Probe: A borosilicate or quartz glass liner, encased in a stainless steel tube with a heating and temperature indicating system capable of maintaining the exit gas temperature at $120 \pm 14^{\circ}\text{C}$ ($248 \pm 25^{\circ}\text{F}$), or at such a temperature necessary to prevent condensation. Where length or strength limitations preclude the use of a glass liner, a seamless tubing made from an inert material such as Teflon may be used. A water-cooled probe should be used when very hot gases which could damage the nozzle/probe assembly are encountered.

Pitot Tube: A calibrated S-type (Stausscheibe) pitot tube mounted on the probe assembly.

Stack Temperature Sensor: A thermocouple, or other suitable temperature sensor, mounted on the probe assembly, capable of measuring the stack temperature to within 1.5% of the minimum absolute stack temperature. When high temperature gases are encountered, appropriate shielding and aspiration should be provided for the thermocouple so that radiation effects are avoided.

Cyclone (Optional): A borosilicate miniature cyclone placed after the sampling probe and before the filter may be used to collect large particles. The cyclone prevents premature buildup of particulate matter on the filter medium and permits longer sampling periods. The cyclone is located inside the filter compartment and is kept at a temperature of $120 \pm 14^{\circ}\text{C}$ ($248 \pm 25^{\circ}\text{F}$).

Filter Holder: A borosilicate filter holder with an inert filter support. The filter support, which consists of a perforated disc, shall be constructed of Teflon to provide a seal against leakage at any point along the filter circumference. The filter holder is located inside the filter compartment and is maintained at a temperature of $120 \pm 14^{\circ}\text{C}$ ($248 \pm 25^{\circ}\text{F}$).

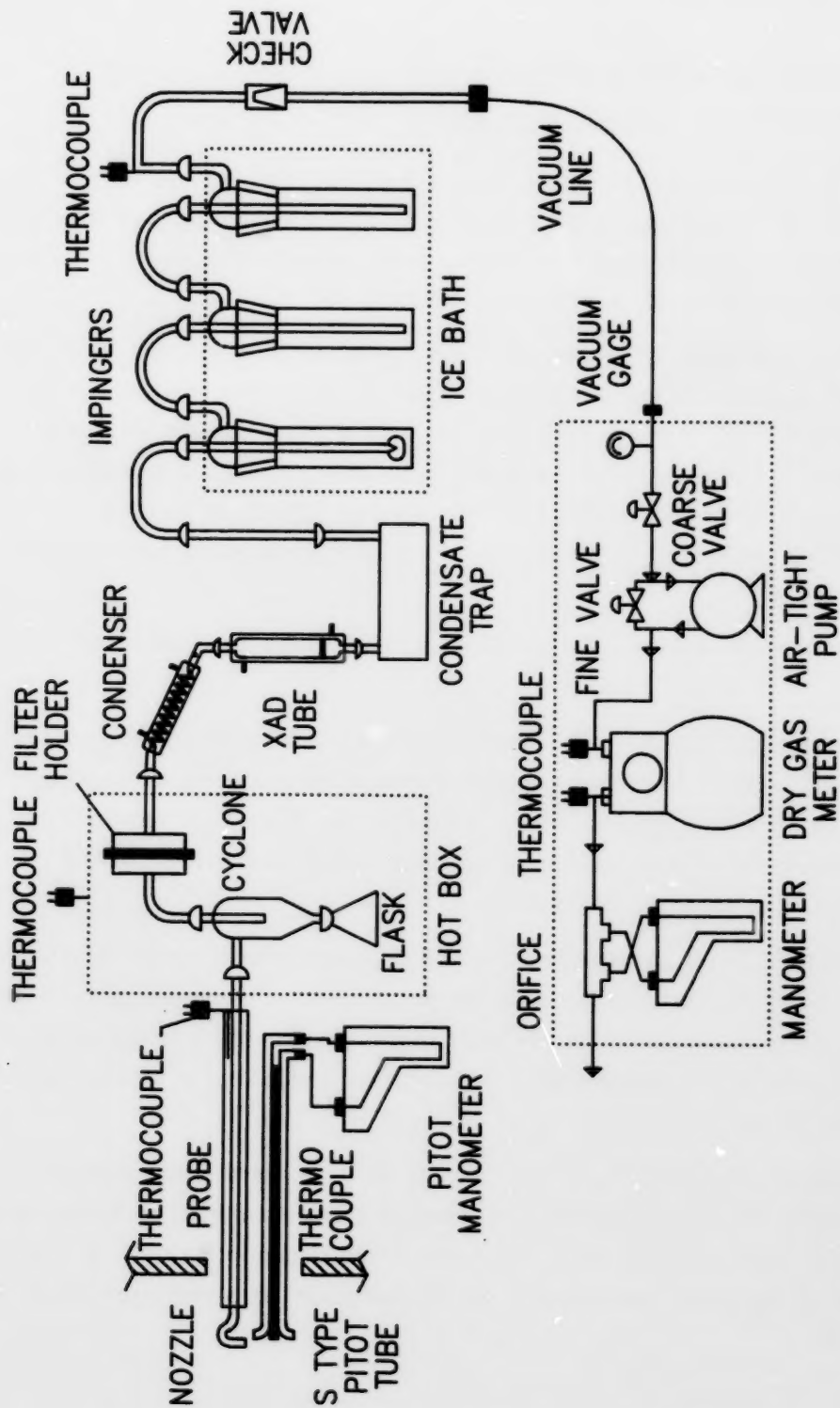


FIGURE 1 SEMI-VOLATILE ORGANICS SAMPLING TRAIN

Filter: A high-efficiency glass or quartz fibre filter, which contains no organic binders and is capable of at least 99.95% efficiency for 0.3 μm dioctyl phthalate smoke particles as determined by ASTM Method D2986-71.

Filter Compartment Heating System: A heating system capable of maintaining the temperature in the filter holder compartment at $120 \pm 14^{\circ}\text{C}$ ($248 \pm 25^{\circ}\text{F}$), or at such a temperature necessary to prevent blinding of the filter. A thermocouple or other temperature sensor must be able to read the filter compartment temperature to within 3°C (5°F).

Organic Sampling Module: This unit consists of a gas condensing coil, a sorbent trap and a condensate knockout trap. The condenser must be able to condition the stack gas leaving the back-half of the filter holder at a temperature below 20°C (68°F). The sorbent trap shall be sized to contain 30-40 g of porous polymeric resin, Amberlite XAD-2. The sorbent trap should contain a glass well to accommodate a thermocouple to permit monitoring of the temperature of the gas sample entering the sorbent. The organic sampling module shall be oriented so that the condensate flows vertically, downward through the XAD-2 resin, into the condensate trap. The condensate trap shall be suitably sized and designed to prevent bubbling and carryover of condensate into the impingers.

A peristaltic or submersible pump shall be used to circulate the coolant through the XAD-2 trap and condenser. Ice water from the impinger bath may be used as the coolant.

All components of the organic module (condenser, XAD-2 trap and condensate trap) shall be fabricated of borosilicate glass. These components are not available commercially, but they may be custom fabricated from available laboratory glassware.

Impingers: Three Greenburg-Smith impingers are connected in series. The second and third impingers are modified by replacing the tips and impaction plates of the standard design with a 13 mm (0.5 inch) inside diameter glass tube extending to within 13 mm (0.5 inch) from the bottom of the impinger. The first impinger has the standard tip and impaction plate. The impingers are contained in an ice bath during sampling. The first impinger shall contain a known volume of ethylene glycol. The second shall remain empty and the third shall contain a known weight of silica gel.

Vacuum Pump: A leakproof vacuum pump capable of maintaining an isokinetic sampling rate while continuously withdrawing a portion of the stack gases through the sampling

train is used. The pump intake vacuum is measured to within 13 mm mercury (Hg) (0.5 inch Hg) by a vacuum gauge which is attached to the vacuum line connecting the pump to the last impinger outlet. The sample flow rate is controlled with both coarse-and fine-flow control valves.

Dry Gas Meter: A calibrated dry gas meter with inlet and outlet temperature sensors, or one that is temperature-compensated. The sensors must be capable of measuring the temperatures to within 3°C (5°F).

Orifice: A calibrated orifice connected to the outlet of the dry gas meter is required.

Differential Pressure Gauges: Differential pressure gauges such as an inclined manometer, or a device of equal sensitivity, which are capable of measuring the pitot tube velocity pressure and the pressure drop across the orifice to within 0.13 mm (0.005 inch) H₂O on the 0 to 25 mm (0 to 1 inch) H₂O scale, and readable to the nearest 1.3 mm (0.05 inch) H₂O for ΔP values greater than 25 mm H₂O.

A more sensitive device shall be required when ΔP values are less than 1.3 mm H₂O (0.05 inch H₂O).

Barometer: A mercury, aneroid, or other barometer capable of measuring atmospheric pressure to within 2.5 mm Hg (0.1 inch Hg). Alternatively, the atmospheric pressure provided by the local weather office may be used with an adjustment for the elevation of the sampling site. Deduct 2.5 mm Hg (0.1 inch Hg) per 30.5 m (100 feet) of elevation increase or add 2.5 mm Hg (0.1 inch Hg) per 30.5 m (100 feet) of elevation decrease.

3.2 Sample Preparation and Recovery

Probe Brush: A nylon bristle brush of a length and diameter suitable for cleaning the probe. The brushes shall be cleaned prior to field use and shall have stainless steel or Teflon extensions.

Wash Bottles: Teflon wash bottles are necessary to dispense the recovery solvents. Polyethylene wash bottles shall not be used as the organic solvents stored in the bottle may extract organic contaminants.

Sample Storage Containers: Wide-mouthed amber glass bottles to store the hexane and acetone rinse. The screw caps shall be lined with Teflon lid liners. Both the amber glass bottles and the Teflon lid liners shall be cleaned. The amber glass bottles shall be proofed prior to field use. Both 500-mL and 1000-mL capacity bottles are required.

Petri Dishes: Glass petri dishes to store and transport the filters. The glass petri dishes shall be cleaned before field use.

Teflon Lid Liners: Teflon sheet to line the inside of the screw caps. The lid liners shall be cleaned prior to field use.

Teflon Tape and Sleeves: Teflon tape is necessary to seal the circumference of the filter holder and the glass ball joints. Both 13-mm (1/2-inch) and 25-mm (1-inch) wide tape is required. The Teflon sleeves are used to seal the tapered impinger joints.

Glass Wool: Glass or quartz wool to plug the unfritted end of the sorbent trap. The wool shall be cleaned prior to field use.

Aluminum Foil: Aluminium foil to wrap the loaded filter and to cover the open ends of the train glassware. The foil shall be cleaned before use.

Miscellaneous: Miscellaneous glassware such as graduated cylinders, glass plugs and caps and funnels. This glassware shall be cleaned prior to field use. Tweezers (stainless steel or Teflon) and disposable plastic gloves are also required. Do not use latex gloves or gloves with powdered inside surfaces.

4 REAGENTS

All reagents used for organic testing shall be analyzed for organic contaminants prior to sampling. These reagents include the cleaning and rinsing solvents, High Purity Liquid Chromatography (HPLC) water, ethylene glycol and the XAD-2 resin.

Solvents: Solvents used for sampling shall be "Distilled-in-Glass" grade or "Pesticide Grade". These include methylene chloride (dichloromethane) hexane and acetone. Solvents may be screened by lot or batch number. Solvents from different batches will require a separate analysis.

HPLC Water: HPLC water for sample recovery is required.

Ethylene Glycol: Distilled-in-glass grade ethylene glycol shall be added to the first impinger. The glycol serves as a backup collection medium should organics break through the XAD-2 resin.

Amberlite XAD-2 Resin: Porous polymeric resin, XAD-2, is necessary to trap the gaseous semi-volatile organic compounds. The resin shall be cleaned and proofed before field use. Once cleaned, the XAD-2 should be stored in wide-mouthed amber glass jars with Teflon-lined caps and wrapped in aluminum foil. Resin not used within four weeks of preparation should be re-cleaned. The analytical procedure and acceptance criteria are described in the method specified in the Chemical Analysis Section. All XAD-2 traps (including the blank train and reagent blanks) must be loaded at the same time in a clean environment.

Ice: Crushed ice is required to maintain the impinger bath at a constant temperature.

Silica Gel: Indicating-type 6-16 mesh silica gel that has been dried at 180°C (356°F) for two hours is required.

5 PROCEDURES

5.1 Cleaning and Proofing

Before the field tests, all train glassware, amber storage bottles, Teflon lid liners, probe brushes, glass wool, petri dishes and aluminum foil must be cleaned as described in Table 1. The cleaning procedures also apply to miscellaneous items such as graduated cylinders, plugs and caps, funnels and tweezers. Other cleaning procedures are recognized, but the components must be proofed according to the procedures detailed in Table 1 and pass the acceptance criteria.

Caution: Handle all Solvents in a Well-Ventilated Area

The effectiveness of the cleaning procedures is verified by proofing selected components and reagents. Proofing ensures that the glassware, reagents and recovery solvents are free of pollutants prior to sampling. All components coming into contact with the stack gas or recovery samples must be cleaned, but it is not necessary to proof all the cleaned components. The proofing samples are analyzed as specified in Section 6, using High Resolution Gas Chromatography/Low Resolution Mass Spectrography. The components and reagents that require proofing are as follows:

Train Glassware: Glassware cannot be re-used in the field with semi-volatile organic sampling. As a result, one complete set of pre-cleaned and proofed glassware must be allowed for each stack test. In addition, one complete set of glassware must also be allowed for the blank train. Assemble the complete sets of train glassware that will be needed and identify each set. Following the cleaning procedure described in Table 1, rinse each component from a train set three times each with hexane and acetone. Combine the rinses from each train into a pre-cleaned amber bottle with a pre-cleaned Teflon lid liner. Label the container. This sample constitutes the proof rinse for that train set. Repeat the above procedure for the other train sets and the blank train. Submit the proof rinses (one bottle per train) to the analytical lab for analysis.

Amber Glass Storage Bottles: Following the cleaning procedure, select three or four bottles from each box (48 bottles). Rinse these bottles three times each with hexane and acetone. Combine rinsings from each bottle in a pre-cleaned amber bottle with a pre-cleaned Teflon lid liner. Label the container and submit the proof rinse to the analytical laboratory. One proof rinse shall be submitted for each box of bottles.

TABLE 1 - CLEANING AND PROOFING PROCEDURES

Component	Cleaning	Proofing
Glassware including Teflon Filter Supports Probe Brushes* Petri dishes* Glass plugs* Glass caps* Graduated Cylinders* Funnels* Tweezers*	- Soak in RBS solution at 70°C for at least two hours. Scrub glassware with a brush. Discard RBS solution after each batch. - Wash twice in dishwasher with lab dish detergent. - Rinse with generous amounts of deionized water. - Rinse each component three times with methylene chloride. - Rinse each component three times with hexane. - Rinse each component three times with acetone. - Seal all open ends with pre-cleaned aluminum foil.	- Assemble as many complete sets of trains as glassware allows. - Identify each train set. - Wash each component from each train three times each with hexane and acetone. Combine all rinses from each train into a pre-cleaned amber bottle with pre-cleaned Teflon lid liner. (Do not use methylene chloride) - Submit one proof rinse for each train.
Amber glass bottles	- As above except that no scrubbing with brushing is required.	- Select 3-4 bottles from each box (48 bottles). Rinse three times each with hexane and acetone. Store rinsings from each bottle in a pre-cleaned amber bottle with pre-cleaned Teflon lid liner.
Teflon lid liners, Aluminum foil	- Cut to size - Soak at least three hours in methylene chloride. (Cover beaker, replace MC daily) - Rinse three times with hexane. - Rinse three times with acetone. (Note: Handle with tweezers only).	- Proofing not required.
Glass wool	- Elute in a column with 500 mL hexane followed by 500 mL methylene chloride. Oven dry for 8 hours at 225°C.	- Proofing not required.
Amberlite XAD-2	- Rinse with deionized water. - Sequential soxhlet extraction with methanol, methylene chloride and cyclohexane (20 hours each). Rinse with hexane (5 cycles). - Oven dry at 50°C for four hours in shallow trays lined with pre-cleaned aluminum foil. - Store in tightly-sealed, pre-cleaned glass bottles.	- Submit a 30 g aliquot from each drying tray for proofing analysis.

* Proofing not required for these components.

Notes:

- all reagents distilled-in-glass grade
- avoid latex gloves or gloves with powdered inside surface
- all squeeze bottles made out of Teflon
- handle all solvents in a well-ventilated area

Amberlite XAD-2 Resin: A 30 g aliquot of each cleaned batch is taken and analyzed. This procedure is described in greater detail in the analytical method specified in Section 6.

Hexane and Acetone: Submit a sample of each solvent in a pre-cleaned amber bottle with a pre-cleaned Teflon lid liner. Label each container, including the batch or lot number. Take an aliquot of each solvent to form a combined hexane/acetone proof rinse. Submit the combined rinse to the analytical lab for analysis.

Ethylene Glycol and HPLC Water: Submit a sample of each reagent in a pre-cleaned amber bottle with a pre-cleaned Teflon lid liner. Label each container and include the batch or lot number. Take an aliquot of each reagent to form a combined glycol/HPLC water proof rinse. Submit the combined rinse to the analytical lab for analysis.

5.2 Sample Collection

Preliminary: Select the sampling site and the minimum number of traverse points according to procedures described in Method A of Environment Canada Report EPS 1-AP-74-1, "Reference Method of Source Testing: Measurement of Emissions of Particulates from Stationary Sources" (as amended). Without previous knowledge of the stack variables, a preliminary test should be conducted to obtain the following data:

- velocity profile across the stack (Method B)
- stack temperature and pressure (Method B)
- stack gas molecular weight (Method C)
- stack gas moisture content (Method D)

Use the information to select the largest nozzle possible for isokinetic sampling. The recommended minimum nozzle size is 4.76 mm (3/16 inch) inside diameter. A nozzle size should be selected such that 3 to 4 m³ (105.9 - 141.3 ft³) of dry standard sample gas will be collected over an approximate four-hour sampling period.

Select a suitable probe length that will permit access to all the sampling points.

Select a total sampling time so that the sampling time per traverse point is equal to or greater than five minutes.

Sampling Train Preparation: Prepare the sampling train in a clean area to minimize contamination. Install the selected nozzle on the probe. Mark the probe to denote the

location of each sampling point. Before preparing and assembling the train glassware, the components should be rinsed once each with hexane and acetone. Discard the rinses.

Carefully wrap the filter support with 25 mm (1-inch) Teflon tape along the circumference to provide a leak-free seal between both halves of the filter holder. Using a pair of tweezers, remove the filter from its petri dish, inspect for flaws and place on the perforated Teflon filter support. It is recommended that the filter assembly be "leak-checked" at 381 mm Hg (15 inches Hg) prior to assembly at the sampling site.

Add approximately 100 mL of ethylene glycol to the first impinger and about 200-300 g of silica gel to the third impinger. Weigh the condenser, XAD-2 trap, condensate trap and the three impingers to the nearest 0.5 g. Record each weight on the Moisture Analysis Data Sheet (Figure 2).

During the assembly of the train, the joints must be sealed by wrapping the ball joints with 13-mm (0.5-inch) Teflon tape. Do not use vacuum grease to seal the joints. The configuration of the glassware will determine to what extent the train can be assembled in the field lab. From train assembly to extraction of the stack sample, the open glassware joints must be sealed with pre-cleaned glass plugs or caps or aluminum foil at all times.

At the sampling site, set up the train as shown in Figure 1. Connect all temperature sensors and pitot lines. Adjust the filter compartment and probe heating systems to maintain a temperature of $120 \pm 14^{\circ}\text{C}$ ($248 \pm 25^{\circ}\text{F}$). Connect the cooling system. Do not add the water or ice until the pre-test leak check is completed.

Once the filter compartment and probe have reached the necessary temperatures, conduct a leak check on the sampling train. This is done by plugging the nozzle inlet and pulling a vacuum of 381 mm Hg (15 inches Hg). A leakage rate of less than 0.57 L/min ($0.02 \text{ ft}^3/\text{min}$) or four percent of the estimated average sampling rate, whichever is less, is acceptable. Unacceptable leakage rates must be corrected. Record the leakage rate and the vacuum on the Organics Sampling Data Sheet (Figure 3). Place water and crushed ice in the impinger bath and turn on the coolant recirculating pump for the condenser coil and XAD-2 tube. During testing, the temperature of the XAD-2 must not exceed 20°C (68°F) for effective removal of the semi-volatile organic species. At all other times the XAD-2 must not be exposed to temperatures above 50°C (122°F) to avoid thermal degradation.

Sampling Train Operation: Verify the heating and cooling systems and check that the probe and pitot tube are properly aligned. Level and zero the manometer. Clean the

Plant _____
 Location _____
 Run Number _____
 Date _____
 Run Conducted By _____

Component	Contents	Weight (g)
Condenser	Empty	<i>Final</i> _____ <i>Initial</i> _____ <i>Gain</i> _____ <i>a</i>
Resin Trap	XAD-2	<i>Final</i> _____ <i>Initial</i> _____ <i>Gain</i> _____ <i>b</i>
Condensate Trap	Empty	<i>Final</i> _____ <i>Initial</i> _____ <i>Gain</i> _____ <i>c</i>
First Impinger	100 mL Ethylene Glycol	<i>Final</i> _____ <i>Initial</i> _____ <i>Gain</i> _____ <i>d</i>
Second Impinger	Empty	<i>Final</i> _____ <i>Initial</i> _____ <i>Gain</i> _____ <i>e</i>
Third Impinger	~200 g Silica Gel	<i>Final</i> _____ <i>Initial</i> _____ <i>Gain</i> _____ <i>f</i>

Weight of water collected = $a + b + c + d + e + f$

W_{H_2O} = _____ grams

FIGURE 2 MOISTURE ANALYSIS DATA SHEET

access port to avoid extraneous pick up of deposited material. To begin sampling, point the nozzle directly into the gas stream at the first traverse point. Block off the opening between the probe assembly and the access ports. With a nomograph or a programmable calculator, determine the orifice setting for isokinetic sampling. Record the initial dry gas meter reading. Immediately start the vacuum pump and adjust the sampling flow rate to isokinetic conditions. Sample for at least five minutes at each traverse point, the sampling time being the same for every point. Traverse the stack cross section and maintain isokinetic sampling ($\pm 10\%$) throughout the test. Record instrumentation readings on the Organics Sampling Data Sheet (Figure 3) every five minutes, or at regular intervals that are consistent with the sampling duration established for each point, whichever is less. To simplify recording in the field, values may be entered in units for which the sampling equipment is designed. These values may then be converted (if necessary) to the metric units specified in the equations where they are used. Readings must also be taken before and after a "leak-check" and when sampling is halted. Record all sampling interruptions.

During sampling, verify the heating and cooling systems. The temperature of the filter enclosure and probe must be $120 \pm 14^\circ\text{C}$ ($248 \pm 25^\circ\text{F}$). The XAD-2 temperature must be below 20°C . Verify the alignment of the probe and pitot tube to the gas stream. Check the level and zero of the manometer and adjust if necessary. Verify that the condensate volume is increasing as the run progresses. If the sampling system vacuum becomes so high that it is difficult to maintain isokinetic sampling the filter holder and/or sorbent tube must be replaced. If this occurs, a "leak-check" must be conducted before and after the replacement of the above components.

When it is necessary to halt sampling temporarily either to dismantle the sampling train during port change-over or to change a train component, turn off the pump and immediately withdraw the probe from the stack. Conduct a mandatory "leak-check" on the sampling train by plugging the nozzle and pulling a vacuum equal to or greater than the maximum value observed during sampling. Record the actual leakage rate. If the leakage rate exceeds 0.57 L/min ($0.02 \text{ ft}^3/\text{min}$) or four percent of the sampling flowrate, whichever is less, consult Environment Canada regarding the validity of the test. If the leakage rate is acceptable, proceed with dismantling the sampling train or changing the train component. Before continuing the test, conduct a "leak-check" on the assembled train by following the pre-test "leak-check" procedures used during sampling train preparation.

When the test is completed, conduct a mandatory post-test check on the sampling train by plugging the nozzle and pulling a vacuum equal to or greater than the maximum value observed during sampling. Record the actual leakage rate which must be less than either 0.57 L/min (0.02 ft³/min) or four percent of the sampling flow rate during the test, whichever is less. If the leakage rates are acceptable, proceed with the recovery of the samples.

When the test is finished, disconnect the probe and set it aside to cool. Seal both ends and take care not to lose any material in the probe. Disconnect the filter (and cyclone, if used) and seal both ends with pre-cleaned glass plugs or caps, or aluminum foil. Disconnect the XAD-2 and condenser. Seal both ends. Seal the ends of the impinger train. When transporting the sampling train components to the on-site lab, take care to minimize the possibility of sample loss or contamination. Samples must be recovered in a clean area.

Blank Train: One blank train must be submitted for every group of three sample trains. The blank train is handled in the same manner as the loaded train except that no stack gases are drawn through the train. However, a volume of ambient air equal to that drawn during the pre- and post-traverse "leak-checks" must be drawn through the blank train. Hence, on the day that the blank train will be submitted, it is necessary to record all volumes drawn into the sampling train during all "leak-checks". It is not necessary to heat the filter components of the blank train during sampling or to conduct "leak-checks" on the blank train. The sample recovery procedures for the loaded trains are also applicable to the blank train.

5.3 Sample Recovery

Nozzle, Probe, Cyclone and Front-Half of the Filter Holder: Wipe exterior surfaces of the nozzle and probe to remove excess particulate matter. Quantitatively recover the particulate matter and condensibles from the nozzle, probe, cyclone (if used), by-pass connector (if cyclone is not used) and the front-half of the filter holder by washing (with brush) these components with hexane and acetone. Wash and brush each component three times with hexane and acetone. Finally, rinse each component three times each with hexane and acetone. Store all rinses in a wide mouth amber glass bottle (pre-cleaned, with a pre-cleaned Teflon lid liner). Mark the liquid level on the outside of the bottle and label the container. Place the labelled container in a sealed clear plastic bag.

Note: The extension rod (stainless steel or Teflon) of the probe brush used to wash the probe liner shall be wiped with the recovery solvents prior to sample recovery.

Filter: Carefully remove the exposed filter from the filter holder and place on pre-cleaned aluminum foil with exposed side up. Carefully transfer any loose particulate matter or filter fibres adhering to the support of the filter holder with a dry nylon bristle brush or sharp blade. Fold the filter in half and crimp the foil to close the edges. Place in a pre-cleaned glass petri dish. Label the petri dish and seal with 25-mm (one inch) wide Teflon tape around the circumference. The petri dish may also be sealed with aluminum foil.

Back-half of Filter Holder and Condenser: Drain all the cooling water from the condenser and wipe the outside of the condenser to remove excess water. Weigh the condenser and record the weight on the Moisture Analysis Data Sheet. Soak each of these components five minutes each with hexane and acetone. Rinse each component three times each with hexane and acetone. Store the soak and rinses in a wide-mouth amber bottle (pre-cleaned, with a pre-cleaned Teflon lid liner). Mark the liquid level on the outside of the bottle and label the container. Place the labelled container in a sealed clear plastic bag.

XAD-2 Tube: Remove the aluminum foil on the tube and drain all the cooling water. Wipe the outside of the tube to remove excess moisture. Weigh the XAD-2 tube and record the weight on the Moisture Analysis Data Sheet. Seal both ends of the XAD-2 tube with pre-cleaned glass caps or plugs. Wrap the whole tube with aluminum foil and label the container.

Condensate Trap and Ethylene Glycol Impinger: Wipe the outside of these components to remove excess moisture. Weigh each component and record the weights on the Moisture Analysis Data Sheet. Empty each container into a pre-cleaned amber glass bottle with a pre-cleaned Teflon lid liner. Rinse each component three times each with HPLC water into the same container. Mark the liquid level on the outside of the bottle and label the container. Place the labelled container in a sealed clear plastic bag.

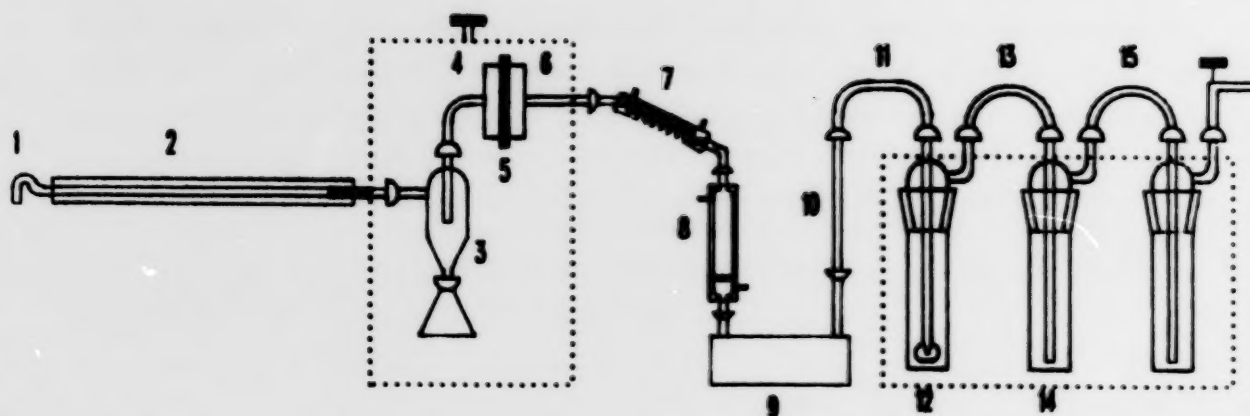
Second and Third Impingers: Wipe the excess moisture from the outside of these impingers and weigh each impinger. Record each weight on the Moisture Analysis Data Sheet.

All Back-Half Glassware excluding XAD-2 Tube: Rinse each component including connectors three times each with hexane and acetone into a pre-cleaned glass amber bottle with a pre-cleaned Teflon lid liner. Mark the liquid level on the outside of the

bottle and label the container. Place the labelled container in a sealed clear plastic bag. The sample recovery procedures for the front- and back-half components are illustrated in Figure 4.

Sample Handling: Following the recovery of the train components, all samples must be kept cool (approximately 4°C). They may be stored in a refrigerator or on ice in an insulated chest during field storage and transport to the analytical laboratory.

Before transporting the insulated chest, it is critical to ensure that the containers are well-packed to minimize sample loss. Many materials are available to protect the glass container against shock. Extra care should be taken when packing the samples.



Container or Sample	Component(s)	Recovery Procedure
1	1, 2, 3, 4	Wash and brush 3 times each with hexane (H) and acetone (A). Rinse 3 times each with H and A.
2	5	Remove carefully from holder. Place on pre-cleaned foil. Fold in half. Place in pre-cleaned glass petri dish.
3	6, 7	Soak 5 minutes each with H and A. Rinse 3 times each with H and A.
4	8	Cap ends and wrap in foil.
5	9, 12	Empty contents into container and rinse each 3 times with HPLC water.
6	6 to 15 except 8	Rinse 3 times each with H and A.

Mark liquid levels on all bottles.

All sample containers are pre-cleaned amber glass bottles with pre-cleaned Teflon lid liners.

FIGURE 4 SEMI-VOLATILE ORGANICS RECOVERY PROCEDURES

6 CHEMICAL ANALYSIS

The amount of PCBs, PCDDs and PCDFs in the test samples shall be determined by the Chemical Analysis procedures found in the Environment Canada document, "A Method for the Analysis of Polychlorinated Dibenzo-*para*-Dioxins (PCDDs), Polychlorinated Dibenzofurans (PCDFs), and Polychlorinated Biphenyls (PCBs) in samples from the Incineration of PCB Waste", Chemistry Division, Conservation and Protection, EPS-1/RM/3, 1989. The analytical results are to be used in Equation 10, Equation 11 and Figure 5.

7 CALCULATIONS

To simplify recording during a test, field data may be entered in the units for which the sampling equipment is designed. These values must be converted, if necessary, to the metric units specified in the applicable equations.

7.1 Equations (see Section 7.2 for Nomenclature)

Dry Gas Meter Volume: The total sample volume measured by the dry gas meter is corrected to reference temperature and pressure conditions (25°C and 101.3 kPa) using *Equation 1*. For a temperature-compensated dry gas meter (T_m)_{avg} should be substituted by the temperature specified by the manufacturer.

Equation 1

$$(V_m)_{\text{ref}} = Y V_m \frac{T_{\text{ref}} (P_{\text{bar}} + \Delta H_{\text{avg}})}{(T_m)_{\text{avg}} P_{\text{ref}}}$$

Volume of Water Vapour: The volume of water vapour in the sack gas sample expressed at reference conditions (25°C and 101.3 Kpa) is calculated by using *Equation 2*.

Equation 2

$$(V_m)_{\text{ref}} = \frac{W_{\text{H}_2\text{O}} 10^{-3} R T_{\text{ref}}}{M_{\text{H}_2\text{O}} P_{\text{ref}}}$$

Moisture Content: The volumetric fraction of water vapour in the stack gas expressed at reference conditions (25°C and 101.3 Kpa) is calculated using *Equation 3*.

Equation 3

$$B_{\text{wo}} = \frac{(V_w)_{\text{ref}}}{(V_w)_{\text{ref}} + (V_m)_{\text{ref}}}$$

For a saturated or supersaturated stack, use a psychrometric chart to determine B_{wo} .

Absolute Stack Gas Pressure: The absolute stack gas pressure is calculated using Equation 4.

Equation 4

$$P_s = P_{\text{bar}} + \Delta p_s$$

Stack Gas Molecular Weight: The stack gas molecular weight on a wet basis is calculated using Equation 5.

Equation 5

$$M_s = M_d (1 - B_{wo}) + 18 B_{wo}$$

Stack Gas Velocity: The stack gas velocity measured at each traverse point is calculated using Equation 6.

Equation 6

$$U_s = 128.95 C_p \left(\frac{\Delta p T_s}{P_s M_s} \right)^{1/2}$$

The average stack gas velocity $((U_s)_{\text{avg}})$ and stack gas temperature $((T_s)_{\text{avg}})$ for the test run are determined by averaging the velocities and temperatures respectively measured at the traverse points.

Volumetric Stack Gas Flow Rate: The average volumetric stack gas flow rate expressed on a dry basis and at reference conditions (25°C and 101.3 kPa) is calculated using Equation 7.

Equation 7

$$Q_s = 3600 (U_s)_{\text{avg}} A_s (1 - B_{wo}) \frac{T_{\text{ref}} P_s}{(T_s)_{\text{avg}} P_{\text{ref}}}$$

Isokinetic Variation: The isokinetic variation for each traverse points is calculated using Equation 8.

Equation 8

$$I = \frac{Y \frac{(V_m)_j}{t} \frac{1}{(1 - B_{wo})} (P_{\text{bar}} + \Delta H) T_s}{4.71 \times 10^{-5} (N_d)^2 \left(\frac{T_{mi} + T_{mo}}{2} \right) P_s U_s} \times 100$$

A test shall be considered valid when no more than 10% of the isokinetic values fall outside the range 90% to 110% and the average for all the traverse points I_{avg} falls within the range 90% to 110%.

Correction Factor: The pollutant concentrations expressed in this method must be corrected to a basis of 11% O₂. The correction factor to express concentrations at 11% O₂ is calculated using *Equation 9*.

Equation 9

$$f_{11\% O_2} = \frac{9.9}{20.9 - \%O_2}$$

Polychlorinated Biphenyl Emission Rates: The emission rate of polychlorinated biphenyls is calculated using *Equation 10*.

Equation 10

$$ER_{PCBs} = \frac{W_{PCBs} Q_s}{(V_m)_{ref}}$$

Concentrations of 2,3,7,8-TCDD Equivalent PCDDs and PCDFs: The concentration of 2,3,7,8-TCDD equivalent PCDDs and PCDFs corrected to 11% O₂ is calculated using *Equation 11*. The weight of 2,3,7,8-TCDD equivalent PCDDs and PCDFs is determined from Figure 5.

Equation 11

$$C_{2,3,7,8-T4CDD'} = \frac{W_{2,3,7,8-T4CDD'} f_{11\% O_2}}{(V_m)_{ref}}$$

7.2 Nomenclature

A_s	- inside cross-sectional area of stack or duct, m ²
B_{wo}	- volumetric fraction of water vapour in the stack gas, dimensionless
$C_{2,3,7,8-T4CDD'}$	- concentration of 2,3,7,8-T4CDD equivalent PCDDs and PCDFs on a dry basis at reference temperature and pressure conditions corrected to 11% O ₂ , ng/m ³ at 11% O ₂
C_p	- S-type pitot tube coefficient, dimensionless
ER_{PCBs}	- emission rate of polychlorinated biphenyls, µg/h

ΔH_{avg}	- average pressure drop across orifice meter, kPa
ΔH	- pressure drop across orifice meter for each traverse point, kPa
I_{avg}	- average isokineticity for the test, (%)
I	- isokineticity i.e., the ratio of the sampling velocity through the nozzle to the velocity of the undisturbed gas stream at each traverse point, dimensionless, (%)
j	- traverse point number, dimensionless
M_d	- molecular weight of stack gases on a dry basis, kg/kmol
M_s	- molecular weight of stack gases on a wet basis, kg/kmol
M_{H_2O}	- molecular weight of water, 18 kg/kmol
N_d	- inside diameter of the sampling nozzle, mm
$f_{11\%O_2}$	- correction factor to convert concentrations at dry and reference temperature and pressure conditions to 11% O ₂ , dimensionless
$\%O_2$	- concentration of oxygen in the stack gas (dry basis), % by volume
P_s	- absolute stack gas pressure, kPa
P_{bar}	- barometric pressure at the sampling site, kPa
Δp	- pitot-tube velocity pressure reading at each traverse point, kPa
P_{ref}	- reference pressure, 101.3 kPa
Δp_s	- static pressure of the stack gas, kPa
Q_s	- volumetric stack gas flow rate on a dry basis at reference temperature and reference pressure conditions, m ³ /h
R	- universal gas constant, 8.31 kPa m ³ (kmol·K) ⁻¹
t	- sampling duration for each traverse point, min
$(T_s)_{avg}$	- average of the absolute stack gas temperatures, K
T_s	- absolute stack gas temperature at each traverse point, K
$(T_m)_{avg}$	- average of the absolute dry gas meter temperatures, K
T_{mi}	- absolute temperature at the dry gas meter inlet for each traverse point, K
T_{mo}	- absolute temperature at the dry gas meter outlet for each traverse point, K
T_{ref}	- reference temperature, 298 K
$(U_s)_{avg}$	- average stack gas velocity, m/s
U_s	- stack gas velocity measured at each traverse point, m/s
V_m	- volume of stack gas sample at dry gas meter conditions, m ³
$(V_m)_j$	- volume of stack gas sample at dry gas meter conditions for each traverse point, m ³
$(V_m)_{ref}$	- volume of stack gas sample at reference conditions, m ³

CONGENER	TRAIN CATCH	TOXICITY FACTOR	EQUIVALENT TRAIN CATCH
PCDDs			
1. 2,3,7,8-T4CDD		X 1.0	=
2. 1,2,3,7,8-P5CDD		X 0.5	=
3. 1,2,3,4,7,8-H6CDD		X 0.1	=
4. 1,2,3,6,7,8-H6CDD		X 0.1	=
5. 1,2,3,7,8,9-H6CDD		X 0.1	=
6. 1,2,3,4,6,7,8-H7CDD		X 0.01	=
7. O8CDD		X 0.001	=
PCDFs			
8. 2,3,7,8-T4CDF		X 0.1	=
9. 1,2,3,7,8-P5CDF		X 0.01	=
10. 2,3,4,7,8-P5CDF		X 0.5	=
11. 1,2,3,4,7,8-H6CDF		X 0.1	=
12. 1,2,3,6,7,8-H6CDF		X 0.1	=
13. 1,2,3,7,8,9-H6CDF		X 0.1	=
14. 2,3,4,6,7,8-H6CDF		X 0.1	=
15. 1,2,3,4,6,7,8-H7CDF		X 0.01	=
16. 2,3,4,6,7,8,9-H7CDF		X 0.01	=
17. O8CDF		X 0.001	=
$W_{2,3,7,8-T4CDD} =$ 2,3,7,8-T4CDD Equivalent PCDDs and PCDFs (add 1 to 17)			

FIGURE 5

CALCULATION OF 2,3,7,8-T4CDD EQUIVALENT PCDDs AND PCDFs

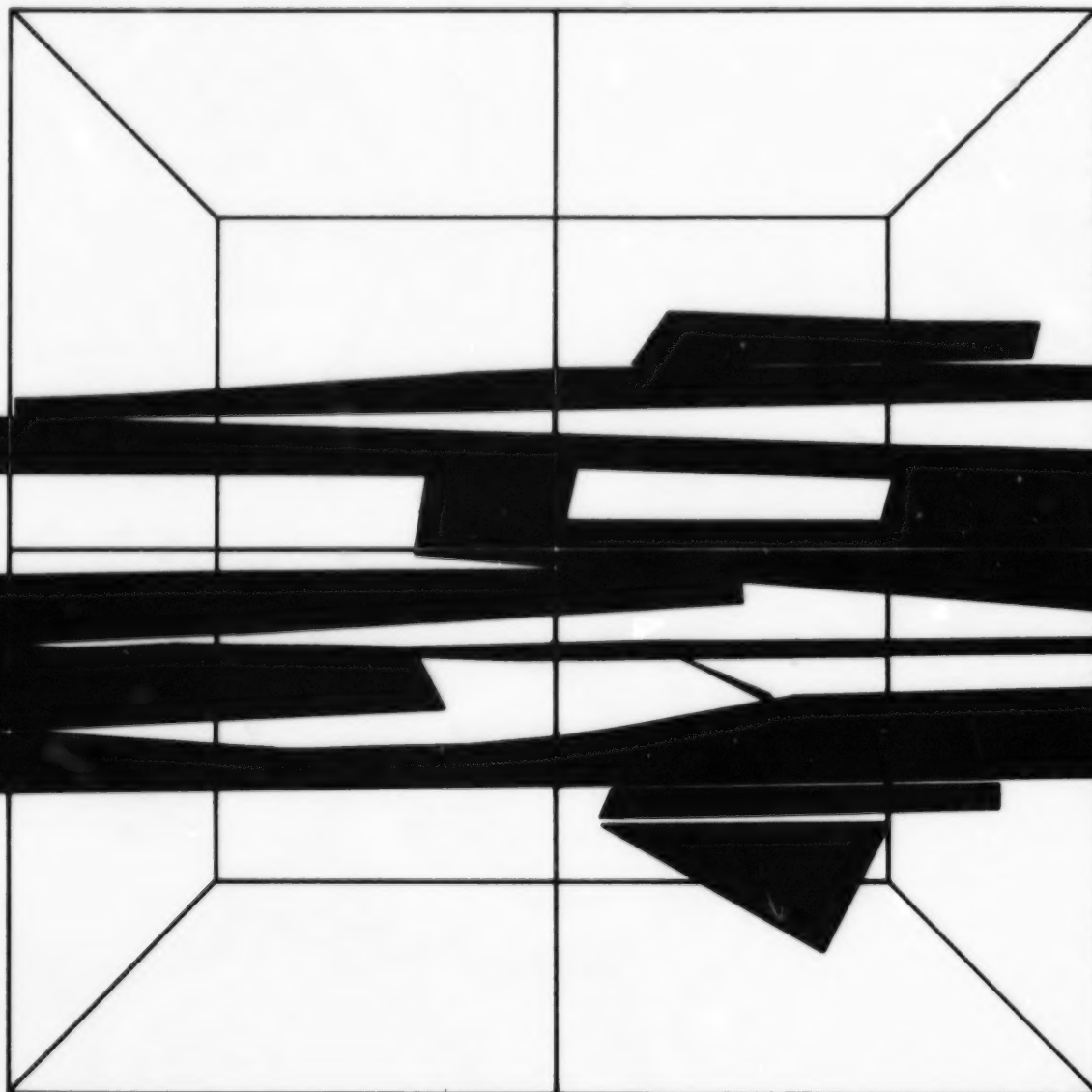
$(V_w)_{ref}$	- volume of water vapour in the stack gas sample at reference conditions, m^3
W_{H_2O}	- weight of water vapour condensed in the impingers, g
W_{PCBs}	- weight of polychlorinated biphenyls collected in the semi-volatile organics sampling train, mg
$W_{2,3,7,8-TCDD}$	- weight of 2,3,7,8-TCDD equivalent PCDDs and PCDFs collected in the semi-volatile organics sampling train, ng
Y	- dry gas meter calibration factor (ratio of the wet test meter volume to the dry test meter volume) dimensionless
128.95	- proportionality constant $(m/s)(K-l \cdot kg/kmol)^{1/2}$

REFERENCES

1. Environment Canada, "Standard Reference Method for Source Testing: Measurement of Emissions of Particulates from Stationary Sources", Report EPS 1-AP-74-1 February 1974 (as amended).
2. Bursey, J., M. Hartman, J. Homolya, R. McAllister, J. McGaughey, D. Wagoner. "Laboratory and Field Evaluation of the Semi-VOST Method, Volume II: Appendices", EPA/600/4-85/0756 NTIS No. PB 86-123569 (November 1985).

Méthode de référence en vue d'essais aux sources: Dosage des composés organiques semi-volatils dans les émissions de sources fixes

Rapport SPE 1/RM/2
Juin 1989



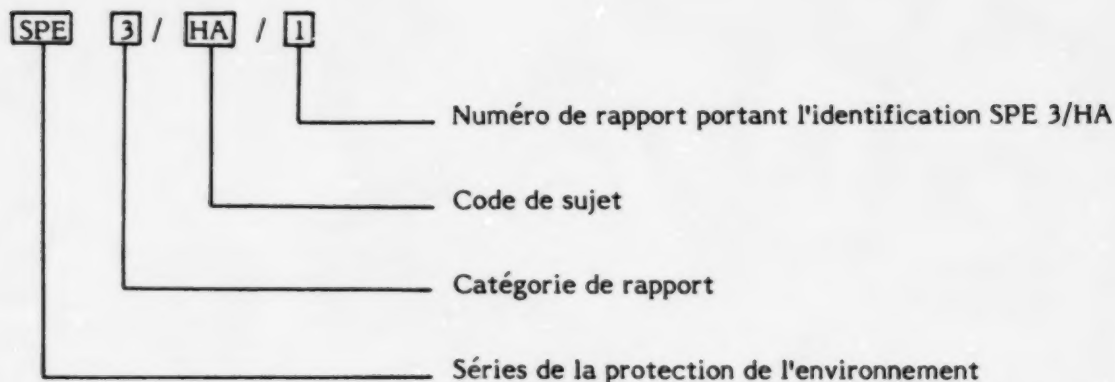
Environnement
Canada

Environment
Canada

Canada

SÉRIES DE RAPPORTS DE LA PROTECTION DE L'ENVIRONNEMENT

Exemple de numérotage:



Catégories

- | | |
|---|---|
| 1 | Règlements/Lignes directrices/
Codes de procédure |
| 2 | Évaluation des problèmes et
options de contrôle |
| 3 | Recherche et développement
technologique |
| 4 | Revue de la documentation |
| 5 | Relevés |
| 6 | Évaluations des impacts sur
l'environnement |
| 7 | Surveillance |
| 8 | Propositions, analyses et
énoncés de principes
généraux |
| 9 | Guides |

Sujets

- | | |
|-----|---|
| AG | Agriculture |
| AN | Technologie anaérobie |
| AP | Polluants atmosphériques |
| AT | Toxicité aquatique |
| CC | Produits chimiques commerciaux |
| CE | Consommateurs et l'environnement |
| CI | Industries chimiques |
| FA | Activités fédérales |
| FP | Traitement des aliments |
| HA | Déchets dangereux |
| IC | Chimie inorganique |
| MA | Pollution marine |
| MM | Exploitation minière et traitement
des minéraux |
| NR | Régions du Nord et rurales |
| PF | Papier et fibres |
| PG | Production de l'électricité |
| PN | Pétrole et gaz naturel |
| SF | Traitement de surface |
| SP | Déversements de pétrole et de
produits chimiques |
| SRM | Méthodes de référence normalisée |
| TS | Systèmes de Transport |
| TX | Textiles |
| UP | Pollution urbaine |
| WP | Protection/préservation du bois |

Sujets et codes additionnels sont introduits au besoin. Une liste de rapports du SPE peut être obtenue en s'adressant aux Publications de la protection de l'environnement, Conservation et Protection, Environnement Canada, Ottawa (Ontario) K1A 0H3.

**MÉTHODE DE RÉFÉRENCE EN VUE D'ESSAIS AUX SOURCES:
DOSAGE DES COMPOSÉS ORGANIQUES SEMI-VOLATILS
DANS LES ÉMISSIONS DE SOURCES FIXES**

Section du contrôle des sources de pollution
Division de la mesure de la pollution
Conservation et Protection
Environnement Canada

Données de catalogage avant publication (Canada)

Vedette principale au titre:

**Méthode de référence en vue d'essais aux sources :
dosage des composés organiques semi-volatils dans
les émissions de sources fixes**

(Rapport ; SPE 1/RM/2)

Texte en français et en anglais disposé tête-bêche.

**Titre de la p. de t. additionnelle: Reference method
for source testing, measurement of releases of selected
semi-volatile organic compounds from stationary sources.**

Publ. par Environnement Canada.

Comprend des références bibliogr.

ISBN 0-662-56823-0

No. de cat. MAS En49-24/1-2

1. Déchets dangereux -- Canada -- Incinération.
2. Composés organiques -- Déchets -- Elimination.
3. Air -- Pollution -- Mesure. I. Canada. Division de la mesure de la pollution. II. Canada. Environnement Canada. III. Collection: Rapport (Canada. Environnement Canada) ; SPE 1/RM/2.

TD897.8.C32R43 1989

363.7'28

C89-097106-4F

Édition française: Module d'édition française

Centre Saint-Laurent

C et P, Environnement Canada

Montréal (Québec) H2Y 2E7

Pour obtenir d'autres exemplaires du présent document, s'adresser à:

Division du transfert de la technologie et de la formation

Direction du développement technologique et des services techniques

Conservation et Protection

Environnement Canada

Ottawa (Ontario) K1A 0H3

III

AVANT-PROPOS

La méthode de référence d'Environnement Canada (MR) décrite dans le présent document sert à mesurer la quantité des composés organiques semi-volatiles comme les polychlorodibenzo-*p*-dioxines (PCDD) les polychlorodibenzo-furannes (PCDF) et les polychlorobiphényles (PCB), rejetée dans l'atmosphère par une source fixe. Cette méthode est employée conjointement avec celles qui sont décrites dans le rapport EPS-1-AP-74-1 d'Environnement Canada, intitulé *Méthodes de référence normalisées en vue d'essais aux sources mesure des émissions de particules provenant de sources fixes* (version modifiée). En raison de la complexité des protocoles d'échantillonnage et d'analyse, le personnel qui les met à exécution doit posséder une formation et une expérience appropriées.

Il faut suivre rigoureusement la MR pour les essais de conformité car tout écart peut entraîner des résultats erronés. Toute modification apportée aux appareils, réactifs, matériels, protocoles ou calculs spécifiés dans la MR doit être approuvée par écrit par Environnement Canada avant les essais. Si des modifications sont apportées sans approbation préalable, la validité des essais sera déterminée par Environnement Canada dans chacun des cas.

Pour obtenir des renseignements sur l'utilisation de la MR, s'adresser à:

Division de la mesure de la pollution
Centre environnemental de River Road
Direction du développement technologique et des services techniques
Conservation et Protection
Environnement Canada
Ottawa (Ontario) K1A 0H3

Note: La mention de marques déposées et de produits commerciaux dans le présent document ne signifie pas nécessairement qu'Environnement Canada en approuve l'utilisation.

TABLE DES MATIÈRES

	Avant-propos	III
	Liste des figures	V
	Liste des tableaux	V
1	DOMAINE D'APPLICATION	1
2	PRINCIPE	2
3	APPAREILLAGE	3
3.1	Ligne d'échantillonnage	3
3.2	Équipement nécessaire pour la préparation et la récupération des échantillons	6
4	RÉACTIFS	7
5	PROTOCOLES	8
5.1	Nettoyage et vérification	8
5.2	Prélèvement	10
5.3	Récupération des échantillons	16
6	ANALYSES CHIMIQUES	20
7	CALCULS	21
7.1	Équations	21
7.2	Nomenclature	24
	Références	27

LISTE DES FIGURES

1	Ligne d'échantillonnage des composés organiques semi-volatils	4
2	Procès-verbal du dosage de l'humidité	12
3	Procès-verbal du prélèvement des composés organiques	15
4	Méthodes de récupération des composés organiques semi-volatils	17
5	Calcul de l'équivalent en tétrachloro-2,3,7,8 dibenzoparadioxine des PCDD et des PCDF	23

LISTE DES TABLEAUX

1	Méthodes de nettoyage et de vérification	9
---	--	---

1 DOMAINE D'APPLICATION

La méthode de référence (MR) d'Environnement Canada sert à déterminer la teneur en polychlorodibenzo-*p*-dioxines (PCDD), en polychlorodibenzofurannes (PCDF), en polychlorobiphényles (PCB) et en autres composés organiques semi-volatils (COSV) des filets gazeux dans les conduits de sources fixes. Les composés organiques semi-volatils sont, par définition, ceux possédant un point d'ébullition supérieur à 100 °C. Les protocoles décrits dans les Méthodes A, B, C, D et F du rapport EPS 1-AP-74-1 d'Environnement Canada doivent être utilisés conjointement avec la méthode de dosage des composés organiques semi-volatils (COSV):

- Méthode A: Détermination du site et des points de mesure
- Méthode B: Détermination de la vitesse et du débit volumétrique du gaz de la cheminée
- Méthode C: Détermination du poids moléculaire par analyse du gaz
- Méthode D: Dosage de l'humidité
- Méthode F: Mode d'étalonnage du tube de Pitot type S, du compteur de gaz type sec, du débitmètre à diaphragme et du rotamètre

2 PRINCIPE

Le prélèvement isocinétique d'un échantillon de gaz homogène s'effectue à partir d'un certain nombre de points situés sur une coupe transversale de la cheminée. Les COSV mélangés aux particules sont prélevés dans les premiers éléments de la ligne d'échantillonnage. Les COSV qui ne sont pas piégés dans le filtre en fibre de verre ou en fibre de quartz sont adsorbés sur une résine polymérique poreuse, l'Amberlite XAD-2, ou prélevés dans les autres éléments de la ligne d'échantillonnage.

3 APPAREILLAGE

3.1 Ligne d'échantillonnage (figure 1)

Buse. - Buse à extrémité incurvée pointue et effilée, en acier inoxydable 316 ou en Incoloy 825, de diamètre intérieur d'au moins 4,76 mm (3/16 po). Utiliser une buse en quartz ou en un matériau équivalent lorsqu'il faut prélever l'échantillon à une température élevée ou en présence de gaz corrosifs.

Sonde. - Sonde en verre borosilicaté ou en quartz, munie d'une gaine protectrice en acier inoxydable, d'un élément chauffant et d'un indicateur de température, pouvant maintenir le gaz à sa sortie à une température de $120 \pm 14^\circ\text{C}$ ($248 \pm 25^\circ\text{F}$) ou à une température suffisante pour prévenir toute condensation. Lorsque des limitations de longueur ou de résistance interdisent l'utilisation d'une sonde en verre, on peut utiliser une sonde en matériau inerte comme le téflon, sans soudure, à l'intérieur de la gaine protectrice. Il faut utiliser une sonde refroidie à l'eau en présence de gaz très chauds qui risquent d'endommager l'ensemble buse-sonde.

Tube de Pitot. - Tube de Pitot type S (Staatscheibel), étalonné, fixé à la sonde.

Indicateur de température. - Thermocouple ou autre dispositif de mesure de la température pouvant mesurer à 1,5 % près la température minimale absolue dans la cheminée. Ce dispositif doit être monté sur la sonde. En présence de gaz très chauds, il faut prévoir une protection et une aspiration suffisantes pour éviter toute baisse de température résultant de pertes par radiation.

Préséparateur (facultatif). - On peut monter un petit cyclone en verre borosilicaté après la sonde et avant le séparateur principal afin de prélever les grosses particules. Le cyclone prévient l'accumulation prématurée de matières particulières dans le séparateur principal et permet de prolonger la période de prélèvement. La température du cyclone dans l'enceinte des séparateurs doit être maintenue à une température de $120 \pm 14^\circ\text{C}$.

Porte-filtre. - Porte-filtre en verre borosilicaté, muni d'un support à filtre en matériau inerte. Le support, qui est constitué d'un disque perforé en téflon, doit empêcher toute fuite sur la circonférence du filtre. La température du porte-filtre dans l'enceinte des séparateurs doit être maintenue à $120 \pm 14^\circ\text{C}$.

Séparateur principal de particules. - Utiliser un filtre en fibre de verre ou en fibre de quartz, ne contenant aucun liant organique et pouvant piéger au moins 99,95 % des particules de $0,3 \mu\text{m}$ de fumée de piratane de diéthyl-2/tesyle à l'essai, conformément à la méthode D2966-71 de l'ASTM.

Élément chauffant de l'enceinte des séparateurs. - Dispositif de chauffage pouvant maintenir dans l'enceinte une température de $120 \pm 14^\circ\text{C}$ ($248 \pm 25^\circ\text{F}$) ou toute autre température nécessaire pour prévenir l'obstruction du filtre. L'enceinte des séparateurs doit être munie d'un thermocouple ou d'un autre appareil de mesure de la température pouvant détecter des variations de température à 3°C près (5°F).

Module de préparation de l'échantillon de composés organiques. - Cette partie de la ligne d'échantillonnage comprend un condenseur en forme de serpentin, un piège

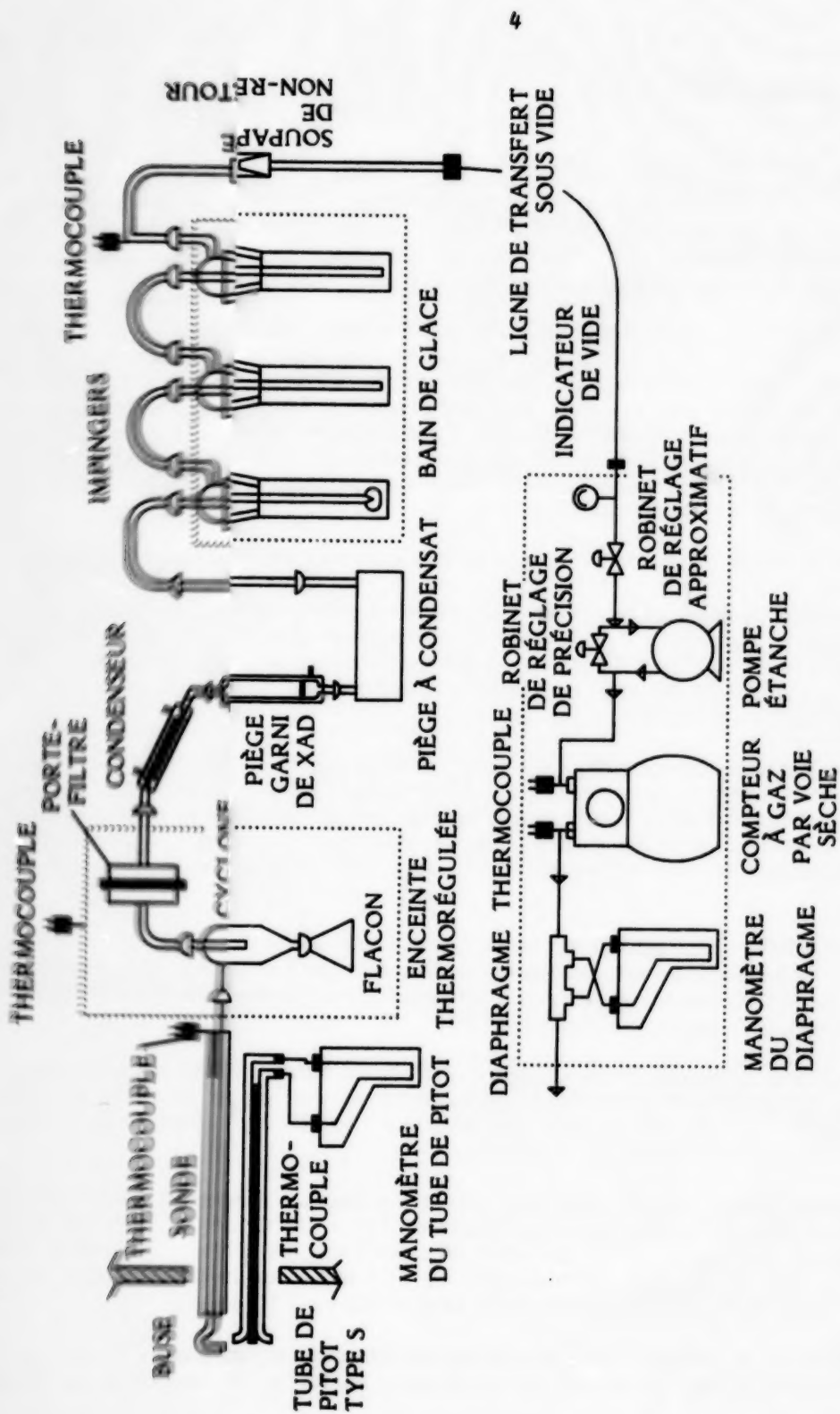


FIGURE 1 LIGNE D'ÉCHANTILLONNAGE DES COMPOSÉS ORGANIQUES SEMI-VOLATILS

garni d'un adsorbant et un piège à condensat. Le condenseur sert à refroidir à moins de 20 °C (68 °F) la température des gaz de cheminée sortant du porte-filtre. Le piège garni d'un adsorbant doit être suffisamment grand pour contenir 30 à 40 g de résine polymérique poreuse Amberlite XAD-2 et doit comporter un puits pouvant loger un thermocouple destiné à mesurer la température de l'échantillon de gaz qui y pénètre.

Assembler le module de façon que le courant gazeux circule verticalement de haut en bas dans la résine XAD-2 jusque dans le piège à condensat. Employer un piège suffisamment grand et conçu de façon à éviter qu'il y ait formation de bulles ou entraînement du condensat dans les impingers.

Utiliser une pompe péristaltique ou une pompe submersible pour faire circuler le liquide de refroidissement dans le piège garni de XAD-2 et dans le condenseur. On peut utiliser l'eau glacée du bain des impingers comme liquide de refroidissement.

Tous les éléments du module de préparation des composés organiques (condenseur, piège garni de XAD-2 et piège à condensat) doivent être en verre borosilicaté. Ces éléments ne sont pas vendus dans le commerce; il faut les fabriquer à partir de la verrerie de laboratoire existante.

Impingers. - La ligne d'échantillonnage comprend trois impingers Greenburg-Smith montés en série. On modifie le deuxième et le troisième impingers en remplaçant leur extrémité et les plaques d'impact qu'ils comprennent normalement par un tube en verre de 12,7 mm (0,5 po) de diamètre interne se prolongeant jusqu'à 12,7 mm (0,5 po) du fond de l'impinger. On plonge les impingers dans un bain de glace pendant le prélèvement de l'échantillon. Le premier impinger renferme un volume connu d'éthylène glycol, le deuxième est vide, tandis que le troisième contient un poids connu de gel de silice.

Pompe à vide. - Pompe à vide, étanche, pouvant maintenir une vitesse d'échantillonnage isocinétique tout en aspirant continuellement une portion des gaz de cheminée dans la ligne d'échantillonnage. La ligne de transfert sous vide reliant le dernier impinger à la pompe est munie d'un indicateur de vide d'une précision de $\pm 12,7$ mm (0,5 po) de mercure (Hg). Le robinet de réglage approximatif et le robinet de réglage de précision de la ligne de transfert sous vide servent à régler le débit d'échantillonnage.

Compteur à gaz par voie sèche. - Compteur à gaz, étalonné, muni d'indicateurs de température à l'entrée et à la sortie, ou d'un dispositif de compensation pour la température. Les indicateurs de température doivent avoir une précision de ± 3 °C ($\pm 5,4$ °F).

Diaphragme. - Diaphragme étalonné, relié à la sortie du compteur à gaz par voie sèche.

Manomètres différentiels. - Manomètres différentiels, comme des manomètres à tube incliné ou des appareils de précision équivalente, pouvant mesurer la pression dans le tube de Pitot et la chute de pression dans le diaphragme avec une précision de $\pm 0,13$ mm (0,005 po) de H₂O sur l'échelle de 0 à 25 mm (0 à 1 po) de H₂O et permettant de mesurer, à 1,27 mm (0,05 po) de H₂O près, des différences de pressions (ΔP) supérieures à 25 mm de H₂O. Il faut utiliser un manomètre plus précis pour des ΔP inférieures à 1,27 mm de Hg (0,05 po de H₂O).

Baromètre. - Baromètre à mercure, baromètre anéroïde ou autre type d'appareil permettant de mesurer la pression atmosphérique à 0,35 kPa près (2,5 mm ou

1 po de Hg). On peut également se servir de la valeur de la pression atmosphérique fournie par la station météorologique locale, mais il faut alors apporter une correction pour tenir compte de l'altitude du site d'échantillonnage, soit en soustrayant 0,35 kPa (2,5 mm ou 0,1 po de Hg) pour chaque 30 mètres (100 pieds) au-dessus de la station météorologique ou en ajoutant 0,35 kPa (2,5 mm ou 0,1 po de Hg) pour chaque 30 mètres (100 pieds) au-dessous de celle-ci.

3.2 Équipement nécessaire pour la préparation et la récupération des échantillons

Brosse pour la sonde. - Brosse en nylon de longueur et de diamètre adéquats pour nettoyer la sonde. La brosse doit être munie de rallonges en acier inoxydable ou en téflon. La nettoyer avant de s'en servir sur le terrain.

Flacons-laveurs. - Des flacons-laveurs en téflon sont nécessaires pour ajouter les solvants de récupération. Ne pas utiliser de flacons-laveurs en polyéthylène, car les solvants organiques pourraient en extraire des contaminants organiques.

Récipients pour les échantillons. - Utiliser des bouteilles en verre ambré, à large col, pour conserver les solutions de rinçage constituées d'hexane et d'acétone. Les bouchons filetés doivent être garnis d'un revêtement intérieur en téflon. Bien nettoyer les bouteilles et les bouchons. Vérifier les bouteilles en verre ambré avant de les utiliser sur le terrain. Il faut des bouteilles de 500 ml et de 1000 ml.

Boîtes de Pétri. - Boîtes de Pétri en verre pour conserver et transporter les filtres. Nettoyer les boîtes de Pétri avant de les utiliser sur le terrain.

Garniture en téflon. - Feuille de téflon devant servir de garniture à l'intérieur des bouchons filetés. Nettoyer cette garniture avant de l'utiliser sur le terrain.

Ruban et manchons en téflon. - Il faut utiliser du ruban en téflon pour sceller la circonférence du porte-filtre et les raccords sphériques en verre. Pour ce faire, il faut un ruban de 12,7 mm (0,5 po) et un ruban de 25,4 mm (1 po) de largeur. Les manchons en téflon servent à sceller les raccords effilés des impingers.

Laine de verre. - Utiliser de la laine de verre ou de la laine de quartz pour boucher l'extrémité en verre non fritté du piège garni d'un adsorbant. Nettoyer la laine avant de l'utiliser sur le terrain.

Feuille d'aluminium. - Utiliser une feuille d'aluminium pour envelopper le filtre chargé et pour couvrir les extrémités non fermées de la ligne d'échantillonnage. Nettoyer la feuille d'aluminium avant de l'utiliser.

Autres éléments. - Autres éléments en verre, comme les éprouvettes graduées, les bouchons et les capuchons en verre et les entonnoirs. Les nettoyer avant de les utiliser sur le terrain. Il faut aussi des pincettes (en acier inoxydable ou en téflon) et des gants en plastique jetables. Ne pas utiliser de gants en latex ou des gants dont la surface intérieure est poudrée.

RÉACTIFS

Vérifier tous les réactifs devant être utilisés pour le dosage des composés organiques pour voir s'ils renferment des impuretés de nature organique. Ces impuretés peuvent être des substances normalement recherchées lors des analyses ou des substances qui risquent de perturber l'analyse CG/SM. Cette vérification s'applique aux solvants de nettoyage et de rinçage, à l'eau utilisée en CLHP, à l'éthylène glycol et à la résine XAD-2.

Solvants. - Les solvants servant à l'échantillonnage doivent être de qualité "distillé en verre" ou de qualité "pesticide". Ils comprennent le chlorure de méthylène, l'hexane et l'acétone. On peut effectuer la vérification par numéro de lot. Des solvants provenant de lots différents doivent faire l'objet de vérifications séparées.

On procède à la vérification en concentrant un échantillon pouvant contenir jusqu'à 500 ml de solvant et en analysant le produit de la concentration par CG/SM. Les méthodes d'analyse et les critères d'acceptation sont décrits dans la méthode spécifiée au chapitre 6.

Eau utilisée en CLHP. - Il faut de l'eau pour récupérer l'échantillon par CLHP. Vérifier cette eau avant de l'utiliser sur le terrain.

Éthylène glycol. - Ajouter dans le premier impinger de l'éthylène glycol de qualité "distillé en verre". L'éthylène glycol constitue un milieu de prélèvement de rechange qui ne servira que si les composés organiques sont entraînés au-delà du piège contenant la résine XAD-2. Vérifier l'éthylène glycol avant de l'utiliser sur le terrain.

Résine Amberlite XAD-2. - Utiliser la résine polymérique poreuse XAD-2 pour piéger les composés organiques semi-volatils à l'état gazeux. Nettoyer et vérifier la résine avant de l'utiliser sur le terrain. Une fois nettoyée, la résine XAD-2 doit être conservée dans des pots en verre ambré, à large col, munis d'un bouchon à garniture en téflon et enveloppés dans une feuille d'aluminium. Nettoyer de nouveau toute résine qui n'a pas été utilisée dans les quatre semaines suivant sa préparation. La méthode d'analyse utilisée pour la vérification et les critères d'acceptation sont décrits dans la méthode précisée au chapitre 6. Tous les pièges garnis de résine XAD-2 (y compris ceux utilisés pour l'échantillonnage à blanc et la détermination des blancs de réactifs) doivent être chargés au même moment dans un endroit propre.

Glace. - Utiliser de la glace concassée pour maintenir constante la température du bain dans lequel sont plongés les impingers.

Gel de silice. - Gel de silice de granulation 6 à 16 mesh, de type indicateur, séché à 180 °C (350 °F) pendant deux heures.

5 PROTOCOLES

5.1 Nettoyage et vérification

Avant de procéder aux essais sur le terrain, il faut nettoyer de la façon décrite au tableau 1 tous les éléments en verre de la ligne d'échantillonnage, les bouteilles en verre ambré, les garnitures en téflon des bouchons, les brosses pour la sonde, la laine de verre, les boîtes de Pétri et les feuilles d'aluminium. Il faut aussi nettoyer les autres éléments, comme les éprouvettes graduées, les bouchons et les capuchons, les entonnoirs et les pincettes. Il existe d'autres méthodes reconnues de nettoyage, mais les éléments doivent être vérifiés conformément aux modes opératoires décrits en détail au tableau 1 et répondre aux critères de vérification.

MISE EN GARDE: N'EMPLOYER LES SOLVANTS QUE DANS UN ENDROIT BIEN AÉRÉ

On évalue l'efficacité du nettoyage en vérifiant certains éléments et certains réactifs. Cette vérification permet de s'assurer que la verrerie, les réactifs et les solvants de récupération ne renferment aucune impureté avant le prélèvement. Il faut nettoyer tous les éléments qui entrent en contact avec les gaz de cheminée ou les échantillons; toutefois, il n'est pas nécessaire de vérifier tous les éléments qui ont été nettoyés. Voici ceux qui doivent faire l'objet d'une vérification:

5.1.1 Éléments en verre de la ligne d'échantillonnage. - On ne peut pas réutiliser un élément en verre qui a déjà servi au prélèvement sur le terrain de composés organiques semi-volatils. Par conséquent, il faut prévoir un ensemble complet d'éléments en verre pour chaque série de prélèvements en cheminée. De plus, il faut prévoir un autre ensemble complet d'éléments en verre pour l'échantillonnage à blanc. Monter les ensembles qui seront nécessaires et identifier chaque ensemble. Après nettoyage de la façon décrite au tableau 1, rincer à trois reprises avec de l'hexane puis avec de l'acétone chaque élément provenant d'un ensemble. Réunir les liquides de rinçage, provenant d'un ensemble donné, dans une bouteille propre en verre ambré munie d'un bouchon à garniture en téflon préalablement nettoyé. Étiqueter le récipient. Ces liquides constituent l'échantillon de vérification de l'ensemble. Reprendre le mode opératoire ci-dessus pour les autres ensembles et pour l'ensemble qui servira à l'échantillonnage à blanc. Envoyer les échantillons de vérification (une bouteille par ensemble) au laboratoire d'analyse pour vérification.

5.1.2 Bouteilles en verre ambré. - En suivant le mode opératoire de nettoyage, choisir trois ou quatre bouteilles dans chaque boîte (qui en renferme 48). Rincer chaque

TABLEAU 1 MÉTHODES DE NETTOYAGE ET DE VÉRIFICATION

Élément	Nettoyage	Vérification
Verrerie y compris: Porte-filtre en téflon Brosses* Boîtes de Pétri* Bouchons en verre* Capuchons en verre* Éprouvettes graduées* Entonnoirs* Pincettes	• Laisser tremper dans une solution de RBS à 70 °C pendant au moins 2 heures. Frotter la verrerie avec une brosse. Jeter la solution de RBS après chaque lot. • Laver 2 fois dans un lave-vaisselle avec du détergent pour verrerie de laboratoire. • Rincer avec beaucoup d'eau désionisée. • Rincer 3 fois chaque élément avec du chlorure de méthylène. • Rincer 3 fois chaque élément avec de l'hexane. • Rincer 3 fois chaque élément avec de l'acétone. • Sceller toutes les ouvertures avec une feuille d'aluminium nettoyée au préalable.	• Monter le plus grand nombre de lignes d'échantillonnage complètes, compte tenu de la verrerie disponible. • Identifier chaque ligne d'échantillonnage. • Laver chaque élément provenant de chaque ligne 3 fois avec de l'hexane puis de l'acétone. Réunir tous les liquides de rinçage obtenus avec chaque ligne dans une bouteille en verre ambré vérifiée au préalable et munie d'un bouchon à garniture en téflon préalablement nettoyé. (Ne pas utiliser de chlorure de méthylène.) • Envoyer pour analyse un échantillon de vérification pour chaque ligne d'échantillonnage.
Bouteilles en verre ambré	• Comme ci-dessus, sauf qu'il n'est pas nécessaire de frotter avec une brosse.	• Choisir 3 à 4 bouteilles dans chaque boîte (48 bouteilles). Rincer 3 fois avec de l'hexane puis de l'acétone. Conserver les liquides de rinçage dans une bouteille en verre ambré nettoyée au préalable et munie d'un bouchon à garniture en téflon préalablement nettoyé.
Garnitures en téflon des bouchons, feuilles d'aluminium	• Découper en morceaux de taille appropriée. Laisser tremper dans du chlorure de méthylène pendant au moins 3 heures. (Couvrir le bûcher et remplacer quotidiennement le chlorure de méthylène.) • Rincer 3 fois avec de l'hexane. • Rincer 3 fois avec de l'acétone. (Note: N'utiliser que des pincettes pour manipuler les feuilles d'aluminium.)	• La vérification n'est pas nécessaire.
Laine de verre	• Éluer dans une colonne avec 500 ml de chlorure de méthylène, puis avec 500 ml d'hexane. Sécher à l'étuve à 110 °C pendant 8 heures.	• La vérification n'est pas nécessaire.
Amberlite XAD-2	• Rincer avec de l'eau désionisée. • Extraire au Soxhlet avec du méthanol, puis avec du chlorure de méthylène et enfin avec du benzène (16 heures avec chaque solvant). • Sécher à l'étuve à 50 °C pendant 4 heures dans des plateaux peu profonds en aluminium nettoyés au préalable. • Conserver dans des bouteilles fermées hermétiquement et préalablement vérifiées.	• Pour chaque plateau, envoyer une portion de 40 g au laboratoire où l'on procèdera à l'analyse de vérification.

* La vérification n'est pas nécessaire pour ces éléments.

Remarques. - Tous les réactifs sont de qualité "distillé en verre".

Ne pas utiliser de gants en latex ou de gants dont la surface intérieure est poudrée.

Tous les flacons-laveurs sont en téflon.

Tous les solvants doivent être utilisés dans un endroit bien aéré.

bouteille à trois reprises avec de l'hexane puis avec de l'acétone. Réunir les liquides de rinçage provenant de chaque bouteille dans une bouteille propre en verre ambré munie d'un bouchon à garniture en téflon préalablement nettoyée. Étiqueter le récipient et envoyer l'échantillon de vérification au laboratoire d'analyse pour vérification. Envoyer un échantillon de vérification pour chaque boîte de bouteilles.

5.1.3 Résine Amberlite XAD-2. - Prélever une portion de 40 g dans chaque lot nettoyé et la faire analyser. Ce mode opératoire est décrit dans la méthode d'analyse spécifiée au chapitre 6.

5.1.4 Hexane et acétone. - Envoyer au laboratoire d'analyse un échantillon de chaque solvant dans une bouteille propre en verre ambré munie d'un bouchon à garniture en téflon préalablement nettoyé. Étiqueter chaque récipient en indiquant le numéro de lot sur l'étiquette. Prélever une portion aliquote de chaque solvant afin de constituer un échantillon de vérification renfermant de l'hexane et de l'acétone. Envoyer cet échantillon au laboratoire d'analyse pour vérification.

5.1.5 Éthylène glycol et eau utilisée en CLHP. - Envoyer au laboratoire d'analyse un échantillon de chaque solvant dans une bouteille propre en verre ambré munie d'un bouchon à garniture en téflon préalablement nettoyé. Étiqueter chaque récipient en indiquant le numéro de lot sur l'étiquette. Prélever une portion aliquote de chaque solvant afin de constituer un échantillon de vérification renfermant de l'éthylène glycol et de l'eau utilisée en CLHP. Envoyer cet échantillon au laboratoire d'analyse pour vérification.

5.2 Prélèvement

5.2.1 Étape préliminaire. - Choisir l'emplacement des sections de mesure et le nombre minimal de points de mesure en suivant le mode opératoire décrit dans la Méthode A du rapport EPS 1-AP-74-1 d'Environnement Canada intitulé *Méthodes de référence normalisées en vue d'essais aux sources: mesure des émissions de particules provenant de sources fixes* (méthode modifiée). Si l'on ne connaît pas déjà les variables de la cheminée, on doit effectuer un essai préliminaire en vue d'obtenir les données suivantes:

- . Profil des vitesses dans la cheminée (Méthode B)
- . Température et pression dans la cheminée (Méthode B)
- . Masse molaire du gaz de cheminée (Méthode C)
- . Humidité relative du gaz de cheminée (Méthode D)

Utiliser l'information pour choisir la plus grosse buse qui permette de réaliser un échantillonnage isocinétique. Le diamètre intérieur minimal recommandé pour la buse

est de 4,76 mm (3/16 po). Choisir une buse dont le diamètre permet de prélever un volume (aux conditions normales) de 3 à 4 m³ (105,9 à 141,3 pi³) de gaz sec sur une période d'environ quatre heures.

Choisir une buse dont la longueur permet d'atteindre tous les points d'échantillonnage.

Choisir une durée d'échantillonnage qui correspond à un temps de prélèvement de cinq minutes et plus à chaque point de mesure.

5.2.2 Préparation de la ligne d'échantillonnage. - Préparer la ligne d'échantillonnage dans un local propre pour réduire au minimum les risques de contamination. Installer la buse choisie sur la sonde. Faire des traits sur la sonde correspondant à chaque point d'échantillonnage. Avant de préparer et d'assembler la ligne d'échantillonnage, rincer les éléments une fois avec de l'hexane puis avec de l'acétone. Jeter les liquides de rinçage.

Appliquer soigneusement le long de la circonférence du porte-filtre un ruban en téflon de 25,4 mm (1 po) pour s'assurer que les deux parties sont scellées hermétiquement. À l'aide de pincettes, retirer le filtre de la boîte de Pétri, l'examiner pour s'assurer qu'il ne présente aucun défaut, puis le mettre sur le support perforé en téflon. Nous recommandons de vérifier l'étanchéité du porte-filtre à une pression de 381 mm (15 po) de Hg, avant de l'installer sur le site d'échantillonnage.

Ajouter environ 100 ml d'éthylène glycol dans le premier impinger et environ 200 à 300 g de gel de silice dans le troisième impinger. Peser à 0,5 g près le condenseur, le piège garni de XAD-2, le piège à condensat et les trois impingers. Consigner la masse de chacun dans le Procès-verbal du dosage de l'humidité (figure 2).

Pendant le montage de la ligne d'échantillonnage, il faut sceller les joints en enveloppant les raccords sphériques avec du ruban de téflon de 12,7 mm (0,5 po). Ne pas utiliser de graisses pour travaux sous vide pour sceller les joints. C'est la configuration des éléments en verre qui déterminera dans quelle mesure il sera possible de monter la ligne d'échantillonnage dans le laboratoire sur le terrain. À partir du moment où la ligne d'échantillonnage est installée et jusqu'à ce que les échantillons prélevés en cheminée soient extraits, les joints en verre non fermés doivent toujours être bouchés avec des bouchons ou des capuchons en verre ou avec une feuille d'aluminium.

Au site de prélèvement, monter la ligne d'échantillonnage de la façon illustrée à la figure 1. Brancher tous les indicateurs de température et les conduites reliées au tube de Pitot. Régler les éléments chauffants de l'enceinte des séparateurs et de la sonde pour y maintenir une température de 120 ± 14 °C (248 ± 25 °F). Brancher le système de refroidissement. Vérifier l'étanchéité avant d'ajouter de l'eau ou de la glace.

Date _____
 Usine _____
 Emplacement _____
 Essai effectué par _____
 Essai n° _____

Élément	Contenu	Masse (g)
Condenseur	Vide	Finale _____ Initiale _____ Gain _____ a
Piège garni de résine	XAD-2	Finale _____ Initiale _____ Gain _____ b
Piège à condensat	Vide	Finale _____ Initiale _____ Gain _____ c
Premier impinger	100 ml d'éthylène glycol	Finale _____ Initiale _____ Gain _____ d
Deuxième impinger	Vide	Finale _____ Initiale _____ Gain _____ e
Troisième impinger	~ 200 à 300 g de gel de silice	Finale _____ Initiale _____ Gain _____ f

Masse de l'eau prélevée = $a + b + c + d + e + f$

m_{H_2O} = _____ grammes

FIGURE 2 PROCÈS-VERBAL DU DOSAGE DE L'HUMIDITÉ

Pendant le prélèvement, vérifier les dispositifs de chauffage et de refroidissement. La température de l'enceinte du séparateur et de la sonde doit être de 120 ± 14 °C. La température du XAD-2 doit être inférieure à 20 °C. S'assurer que la sonde et que le tube de Pitot sont bien orientés dans le courant gazeux. Vérifier le niveau et le zéro du manomètre, et les régler au besoin. S'assurer que le volume de condensat augmente au fur et à mesure du prélèvement. Remplacer le porte-filtre et(ou) le tube renfermant l'adsorbant, si le vide dans le système de prélèvement est important au point qu'il devient difficile de maintenir des conditions isocinétiques. Auquel cas, vérifier l'étanchéité avant et après avoir remplacé ces éléments.

Lorsqu'il faut interrompre temporairement le prélèvement, soit pour démonter la ligne d'échantillonnage en vue de prélever des échantillons par une autre ouverture dans la cheminée, soit pour remplacer l'un des éléments de la ligne, arrêter la pompe et retirer immédiatement la sonde de la cheminée. Il faut obligatoirement vérifier l'étanchéité de la ligne d'échantillonnage en bouchant la buse et en appliquant un vide égal ou supérieur à la valeur maximale observée durant l'échantillonnage. Noter le débit de fuite mesuré. Si ce taux est supérieur à 0,57 l/mn (0,02 pi³/mn) ou à 4 % du débit d'échantillonnage (prendre la valeur la plus faible), consulter Environnement Canada pour déterminer si les résultats de l'essai sont valides. Si le taux de fuite est acceptable, alors procéder au démontage de la ligne ou au remplacement de l'élément. Avant de poursuivre l'essai, vérifier l'étanchéité du dispositif assemblé, en suivant le mode opératoire utilisé pour la vérification pré-essai pendant la préparation de la ligne d'échantillonnage.

Une fois l'essai effectué, il faut obligatoirement procéder à une vérification post-essai de la ligne d'échantillonnage, en bouchant la buse et en appliquant un vide égal ou supérieur à la valeur maximale observée durant l'échantillonnage. Noter le débit de fuite mesuré; ce débit doit être inférieur à 0,57 l/mn (0,02 pi³/mn) ou à 4 % du débit d'échantillonnage pendant l'essai (prendre la valeur la plus faible). Si le débit de fuite est acceptable, procéder alors à la récupération des échantillons.

Lorsque l'essai est terminé, débrancher la sonde et la mettre de côté pour qu'elle refroidisse. Boucher les deux extrémités et s'assurer qu'il n'y aura aucune perte du contenu. Débrancher le séparateur principal (et le cyclone, s'il y a lieu) et sceller les deux extrémités avec des bouchons ou des capuchons en verre pré-nettoyés, ou une feuille d'aluminium. Débrancher le piège garni de XAD-2 et le condenseur; sceller les deux extrémités. Sceller les extrémités de l'ensemble d'impingers et, lors du transport de ces éléments jusqu'au laboratoire sur le terrain, prendre les mesures qui s'imposent pour réduire au minimum les risques de contamination ou de perte d'échantillon. La récupération des échantillons doit se faire dans un local propre.

Lorsque le compartiment du filtre et que la sonde ont atteint les températures voulues, vérifier l'étanchéité de la ligne d'échantillonnage, en bouchant la buse et en aspirant jusqu'à l'obtention d'un vide de 381 mm (15 po) de Hg. Une fuite inférieure à 0,57 l/mn (0,02 pi³ mn) ou à 4 % de la valeur estimée du débit de prélèvement moyen (prendre la valeur la plus faible) est acceptable. Corriger toute fuite inacceptable. Noter le taux de fuite et la valeur du vide dans le Procès-verbal du prélèvement des composés organiques (figure 3). Mettre de l'eau et de la glace concassée dans le bain des impingers, et mettre en marche la pompe assurant la circulation de l'eau de refroidissement dans le condenseur et dans le piège garni de XAD-2. La température du XAD-2, pendant les essais, ne doit pas dépasser 20 °C (68 °F) pour que les espèces organiques semi-volatiles soient éliminées efficacement. On ne doit jamais exposer le XAD-2 à des températures supérieures à 50 °C (122 °F), pour éviter qu'il se dégrade.

5.2.3 Utilisation de la ligne d'échantillonnage. - Vérifier les dispositifs de chauffage et de refroidissement et s'assurer que la sonde et le tube de Pitot sont correctement alignés. Mettre le manomètre de niveau et en régler le zéro. Nettoyer l'ouverture donnant accès à l'intérieur de la cheminée pour éviter que des matières étrangères ne s'y accumulent. Pour effectuer un prélèvement, orienter directement la buse dans le courant gazeux au premier point de mesure. Bloquer l'ouverture qui reste entre la sonde et la paroi de la cheminée. À l'aide d'un nomogramme ou d'une calculatrice programmable, déterminer l'ouverture du diaphragme nécessaire pour réaliser un échantillonnage isocinétique. Noter la mesure initiale donnée par le compteur à gaz par voie sèche. Mettre immédiatement en marche la pompe à vide, et régler le débit de prélèvement pour obtenir des conditions isocinétiques. Faire un prélèvement d'une durée d'au moins cinq minutes à chaque point de mesure; la durée de prélèvement doit être la même à chaque point de mesure. Faire des prélèvements sur la section transversale de la cheminée, et maintenir des conditions isocinétiques ($\pm 10\%$) pendant toute la durée des essais. Consigner aux cinq minutes, ou à des intervalles compatibles avec la durée de prélèvement établie pour chaque point de mesure (prendre la période la plus courte), dans le Procès-verbal du prélèvement des composés organiques (figure 3) les mesures données par les appareils. Afin de simplifier les opérations sur le terrain, on peut inscrire les valeurs obtenues dans les unités pour lesquelles le matériel d'échantillonnage a été conçu. On peut ensuite convertir (au besoin) ces valeurs en unités métriques spécifiées dans les équations où elles seront utilisées. Il faut aussi prendre des mesures avant et après la vérification de l'étanchéité et lorsqu'on interrompt le prélèvement. Noter toutes les interruptions de prélèvement.

Date _____	Essai effectué par _____	Facteur de Pitot, F_p _____
Usine _____	Dia. cheminée _____	Humidité, C_w _____
Emplacement _____	Type de sonde _____	Masse molaire du gaz sec, M_g _____
Essai n° _____	Longueur de la sonde _____	Facteur du manomètre du diaphragme, K_o _____
Vérif. de l'étanchéité _____	Milieu filtrant _____	Facteur du compteur à gaz (sec), γ _____
1) _____ pi ³ /mn à _____ po de Hg	Dia. de la buse, D_b _____	
2) _____ pi ³ /mn à _____ po de Hg	Pression statique dans cheminée, (Pch)g _____	

[illegible]

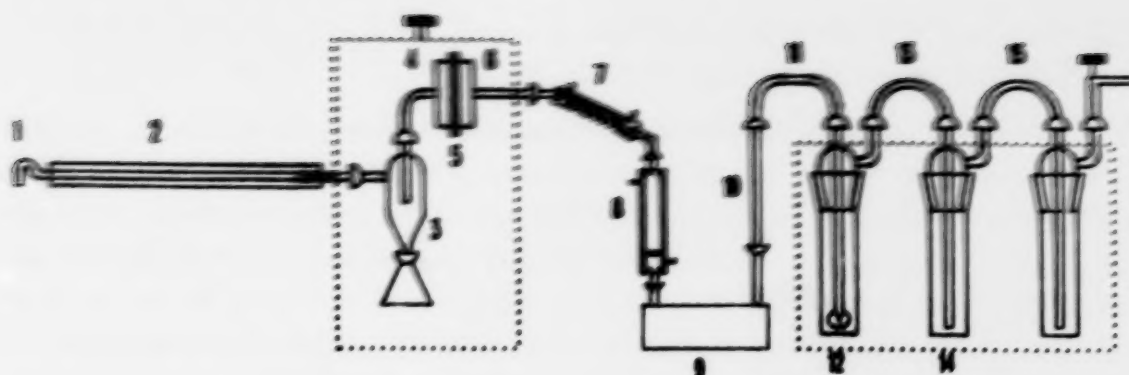
5.2.4 Ligne pour l'échantillonnage à blanc. - Il faut procéder à un échantillonnage à blanc pour chaque groupe de trois essais complets d'échantillonnage. Il faut préparer et vérifier la ligne pour l'échantillonnage à blanc de la même façon que les lignes d'échantillonnage qui ont servi aux essais en cheminée. Au lieu de faire passer des gaz de cheminée dans la ligne d'échantillonnage à blanc, on y fait circuler un volume d'air ambiant égal à celui aspiré au cours des vérifications d'étanchéité des lignes effectuées avant et après les prélèvements en cheminée. Il est donc nécessaire, le jour où l'on effectuera l'échantillonnage à blanc, de noter tous les volumes aspirés dans les lignes au cours des vérifications d'étanchéité. Il n'est pas nécessaire de chauffer le compartiment du séparateur ni de vérifier l'étanchéité de la ligne d'échantillonnage à blanc. Les modes opératoires servant à récupérer les échantillons des lignes chargées s'appliquent également à la ligne d'échantillonnage à blanc.

5.3 Récupération des échantillons (figure 4)

5.3.1 Buse, sonde, cyclone et partie avant du porte-filtre. - Essuyer les surfaces intérieures de la buse et de la sonde afin d'enlever l'excès de matières particulaires. Récupérer les particules et les matières condensables se trouvant dans la buse, dans la sonde, dans le cyclone (si cet appareil a été utilisé), dans la dérivation (si on n'a pas utilisé un cyclone) et dans la partie avant du porte-filtre, en lavant (avec une brosse) ces éléments avec de l'hexane et de l'acétone. Rincer ensuite chaque élément trois fois avec de l'hexane puis avec de l'acétone. Conserver tous les liquides de rinçage dans une bouteille en verre ambré à large col (nettoyée et munie d'un bouchon à garniture en téflon propre). Faire un trait à l'extérieur de la bouteille au niveau du liquide contenu et étiqueter le récipient. Mettre la bouteille dans un sac en plastique transparent et le fermer hermétiquement.

Remarque: Avant de récupérer l'échantillon, il faut rincer, avec les solvants de récupération, la rallonge (en acier inoxydable ou en téflon) de la brosse servant à nettoyer la sonde.

5.3.2 Séparateur principal. - Retirer soigneusement du porte-filtre le filtre exposé et le déposer sur une feuille d'aluminium propre de façon à ce que le côté exposé soit vers le haut. À l'aide d'une brosse à poils de nylon secs ou d'une lame bien tranchante, transférer soigneusement toute matière particulaire qui adhère mal ou toute fibre du filtre qui adhère au support ou au porte-filtre. Plier le filtre en deux et replier la feuille d'aluminium pour en fermer la périphérie. Mettre dans une boîte de Pétri en verre nettoyée au préalable. Étiqueter la boîte de Pétri et la sceller sur sa circonférence à



Récepteur ou échantillon	Élément(s)	Méthode de récupération
1	1, 2, 3, 4	Laver (avec une brosse) 3 fois chaque élément avec de l'hexane (H) puis avec de l'acétone (A). Rincer 3 fois chaque élément avec H puis A.
2	5	Retirer soigneusement du porte-filtre. Déposer sur une feuille d'aluminium prénettoyée. Plier le filtre en deux. Mettre dans une boîte de Pétri prénettoyée.
3	6, 7	Faire tremper pendant 5 mn chaque élément dans H puis A. Rincer chacun 3 fois avec H puis A.
4	8	Sceller les 2 extrémités du tube et l'envelopper avec une feuille d'aluminium.
5	9, 12	Vider le contenu de chaque récepteur dans une bouteille et rincer chacun 3 fois avec de l'eau pour CLHP.
6	6 à 15 sauf 8	Rincer chaque élément 3 fois avec H puis A.

Notes. - Faire un trait à l'extérieur de chaque bouteille au niveau du liquide contenu.

Tous les échantillons liquides doivent être conservés dans des bouteilles en verre ambré nettoyées et munies d'un bouchon à garniture en téflon propre.

FIGURE 4 **MÉTHODES DE RÉCUPÉRATION DES COMPOSÉS ORGANIQUES SEMI-VOLATILS**

l'aide d'un ruban en téflon de 25,4 mm (1 po) de largeur. On peut aussi sceller la boîte de Pétri en l'enveloppant dans une feuille d'aluminium.

5.3.3 Partie arrière du porte-filtre et condenseur. - Vider le condenseur de l'eau de refroidissement qu'il contient et essuyer l'extérieur pour enlever tout excès d'eau. Peser le condenseur et inscrire sa masse dans le Procès-verbal du dosage de l'humidité. Faire tremper la partie arrière du porte-filtre et le condenseur pendant cinq minutes dans de l'hexane puis dans de l'acétone. Rincer chaque élément trois fois avec de l'hexane puis avec de l'acétone. Conserver les liquides de trempage et de rinçage dans une bouteille en verre ambré à large col (nettoyée au préalable et munie d'un bouchon à garniture en téflon propre). Faire un trait à l'extérieur de la bouteille au niveau du liquide contenu et étiqueter le récipient. Mettre la bouteille dans un sac en plastique transparent et le fermer hermétiquement.

5.3.4 Piège garni de résine. - Retirer la feuille d'aluminium qui protège le tube, puis évacuer toute l'eau de refroidissement qu'il contient. Essuyer l'extérieur du tube pour enlever l'humidité. Peser le tube garni de résine XAD-2 et inscrire sa masse dans le Procès-verbal du dosage de l'humidité. Sceller les deux extrémités du tube à l'aide de bouchons ou de capuchons en verre nettoyés au préalable. Envelopper complètement le tube avec une feuille d'aluminium et étiqueter l'emballage.

5.3.5 Piège à condensat et premier impinger renfermant de l'éthylène glycol. - Essuyer l'extérieur de ces éléments pour enlever l'humidité. Peser chaque élément et noter leur masse dans le Procès-verbal du dosage de l'humidité. Vider ensuite le contenu de chaque récipient dans une bouteille en verre ambré nettoyée au préalable. Rincer chaque élément trois fois avec de l'eau pour CLHP et récupérer les eaux de rinçage dans la même bouteille. Faire un trait à l'extérieur de la bouteille au niveau du liquide contenu et étiqueter le récipient. Mettre la bouteille dans un sac en plastique transparent et le fermer hermétiquement.

5.3.6 Deuxième et troisième impingers. - Essuyer l'extérieur des impingers pour enlever l'humidité. Inscrire la masse de chaque impinger dans le Procès-verbal du dosage de l'humidité.

5.3.7 Toute la verrerie en aval du filtre, à l'exclusion du tube de XAD-2. - Rincer chaque élément, y compris les raccords, trois fois avec de l'hexane puis avec de l'acétone, et récupérer les liquides de rinçage dans une bouteille en verre ambré nettoyée au préalable et munie d'un bouchon à garniture en téflon préalablement nettoyé. Faire un

trait à l'extérieur de la bouteille au niveau du liquide contenu et étiqueter le récipient. Mettre la bouteille dans un sac en plastique transparent et le fermer hermétiquement.

5.3.8 Manipulation des échantillons. - Après la récupération des substances sur les éléments de la ligne d'échantillonnage, il faut conserver tous les échantillons au frais (à environ 4 °C) en les rangeant dans un réfrigérateur ou sur de la glace dans une glacière sur place et durant leur transport au laboratoire d'analyse.

Il est très important, avant le transport, de s'assurer que les récipients sont bien emballés dans la glacière, pour réduire le plus possible les risques de perte d'échantillon. Il existe de nombreux matériaux permettant de protéger les récipients en verre contre les chocs. Prendre toutes les précautions nécessaires pour assurer un emballage adéquat des échantillons.

6 ANALYSES CHIMIQUES

Doser les PCB, les PCDD et les PCDF dans les échantillons en suivant les modes opératoires d'analyse donnés dans le document d'Environnement Canada intitulé *Méthode d'analyse des polychlorodibenzoparadioxines (PCDD), des polychlorodibenzofurannes (PCDF) et des polychlorobiphényles (PCB) dans les résidus de combustion d'incinérateurs de PCB*, Division de la chimie, Conservation et Protection, 1989. Les résultats d'analyse seront utilisés dans les équations 10 et 11 et à la figure 5.

7 CALCULS

Afin de simplifier les opérations sur le terrain, on peut noter les valeurs dans les unités pour lesquelles le matériel d'échantillonnage a été conçu. Ces valeurs devront ensuite être converties en unités métriques spécifiées dans les équations.

7.1 Équations (voir la section 7.2 pour la Nomenclature)

7.1.1 Volume mesuré par le compteur à gaz par voie sèche. - Ramener le volume total de l'échantillon mesuré par le compteur à gaz par voie sèche à la température et à la pression de référence (soit 25 °C et 101,3 kPa), à l'aide de l'équation 1. Dans le cas d'un compteur à gaz par voie sèche muni d'un dispositif de compensation pour la température, remplacer la valeur de $(T_{cpt})_{moy}$ par la température spécifiée par le fabricant.

$$(V_{cpt})_{ref} = \gamma V_{cpt} \frac{T_{ref} (P_{bar} + \Delta H_{moy})}{(T_{cpt})_{moy} P_{ref}} \quad (1)$$

7.1.2 Volume de la vapeur d'eau. - Calculer le volume de la vapeur d'eau dans l'échantillon de gaz de cheminée aux conditions de référence (soit 25 °C et 101,3 kPa), à l'aide de l'équation 2.

$$(V_e)_{ref} = \frac{m_{H_2O} 10^{-3} R T_{ref}}{M_{H_2O} P_{ref}} \quad (2)$$

7.1.3 Humidité. - Calculer le titre volumique de la vapeur d'eau dans les gaz de cheminée aux conditions de référence (soit 25 °C et 101,3 kPa), à l'aide de l'équation 3.

$$C_{ve} = \frac{(V_e)_{ref}}{(V_e)_{ref} + (V_{cpt})_{ref}} \quad (3)$$

Dans le cas d'une cheminée saturée ou sursaturée, utiliser un diagramme psychrométrique pour déterminer la valeur de C_{ve} .

7.1.4 Pression absolue des gaz de cheminée. - Calculer la pression absolue des gaz de cheminée, à l'aide de l'équation 4.

$$(P_{ch})_A = P_{bar} + (P_{ch})_S \quad (4)$$

7.1.5 Masse molaire des gaz de cheminée. - Calculer la masse molaire des gaz de cheminée à l'état humide, à l'aide de l'équation 5.

$$M_h = M_s (1 - C_{ve}) + 18 C_{ve} \quad (5)$$

7.1.6 Vitesse d'écoulement des gaz de cheminée. - Calculer la vitesse des gaz dans la cheminée à chaque point de mesure, à l'aide de l'équation 6.

$$(U_{ch})_j = 128,95 F_p \left(\frac{P_p (T_{ch})_j}{(P_{ch})_A M_h} \right)^{1/2} \quad (6)$$

Déterminer la vitesse moyenne $((U_{ch})_{moy})$ et la température moyenne $((T_{ch})_{moy})$ des gaz de cheminée en faisant la moyenne des vitesses et des températures mesurées aux différents points de mesure.

7.1.7 Débit-volume des gaz de cheminée. - Calculer le débit-volume des gaz de cheminée à l'état sec et aux conditions de référence (soit 25 °C et 101,3 kPa), à l'aide de l'équation 7.

$$q_v = 3600 (U_{ch})_{moy} A_s (1 - C_{ve}) \frac{T_{ref} (P_{ch})_A}{(T_{ch})_{moy} P_{ref}} \quad (7)$$

7.1.8 Isocinétisme. - Calculer l'isocinétisme pour chaque point de mesure, à l'aide de l'équation 8.

$$I = \frac{\gamma \frac{(V_{cpt})_j}{t} \frac{1}{(1 - C_{ve})} (P_{bar} + \Delta H) (T_{ch})_j}{4,71 \times 10^{-5} (D_b)^2 \left(\frac{(T_{cpt})_E + (T_{cpt})_S}{2} \right) (P_{ch})_A (U_{ch})_j} \times 100 \quad (8)$$

On considère que l'essai est valide lorsqu'au plus 10 % des valeurs isocinétiques sont à l'extérieur de la plage 90 % à 110 % et que la moyenne pour tous les points de mesure (I_{moy}) est comprise dans la plage 90 % à 110 %.

7.1.9 Facteur de correction. - Corriger les concentrations de composés organiques semi-volatils mesurées avec la présente méthode pour obtenir la valeur correspondante à un taux en O₂ de 11 %. Le facteur de correction permettant d'exprimer les concentrations à un taux en O₂ de 11 % est obtenu à l'aide de l'équation 9.

$$f_{11 \% O_2} = \frac{9,9}{20,9 - \% O_2} \quad (9)$$

CONGÉNÈRE		QUANTITÉ PRÉLEVÉE		FACTEUR DE TOXICITÉ	=	QUANTITÉ PRÉLEVÉE, EN ÉQUIVALENT
Polychlorodibenzoparadioxines						
1.	2,3,7,8-T4CDD		X	1,0	=	
2.	1,2,3,7,8-P5CDD		X	0,5	=	
3.	1,2,3,4,7,8-H6CDD		X	0,1	=	
4.	1,2,3,6,7,8-H6CDD		X	0,1	=	
5.	1,2,3,7,8,9-H6CDD		X	0,1	=	
6.	1,2,3,4,6,7,8-H7CDD		X	0,01	=	
7.	O8CDD		X	0,001	=	
Polychlorodibenzofurannes						
8.	2,3,7,8-T4CDF		X	0,1	=	
9.	1,2,3,7,8-P5CDF		X	0,01	=	
10.	2,3,4,7,8-P5CDF		X	0,5	=	
11.	1,2,3,4,7,8-H6CDF		X	0,1	=	
12.	1,2,3,6,7,8-H6CDF		X	0,1	=	
13.	1,2,3,7,8,9-H6CDF		X	0,1	=	
14.	2,3,4,6,7,8-H6CDF		X	0,1	=	
15.	1,2,3,4,6,7,8-H7CDF		X	0,01	=	
16.	2,3,4,6,7,8,9-H7CDF		X	0,01	=	
17.	O8CDF		X	0,001	=	
m_{TCDD} = Équivalent en TCDD des PCDD et des PCDF (additionner 1 à 17)						

FIGURE 5

CALCUL DE L'ÉQUIVALENT EN TÉTRACHLORO-2,3,7,8 DIBENZO-
PARADIOXINE DES PCDD ET DES PCDF

7.1.10 Débit-masse des polychlorobiphényles. - Calculer la vitesse d'émission des polychlorobiphényles à l'aide de l'équation 10.

$$q_{m \text{ PCB}} = \frac{m_{\text{PCB}} q_v}{(v_{\text{cpt}})_{\text{ref}}} \quad (10)$$

7.1.11 Concentration des PCDD et des PCDF en équivalent de tétrachloro-2,3,7,8 dibenzoparadioxine. - Calculer la concentration en masse des PCDD et des PCDF exprimée en équivalent de tétrachloro-2,3,7,8 dibenzoparadioxine, ramenée à un taux en O₂ de 11 %, à l'aide de l'équation 11. Déterminer la masse des PCDD et des PCDF, exprimée en équivalent de tétrachloro-2,3,7,8 dibenzoparadioxine, à partir des données consignées à la figure 5.

$$(C_m)_{\text{TCDD}} = \frac{m_{\text{TCDD}} f_{11 \% \text{ O}_2}}{(v_{\text{cpt}})_{\text{ref}}} \quad (11)$$

7.2 Nomenclature

A_s	Aire de la section intérieure de la cheminée ou de la conduite, en mètres carrés.
$(C_m)_{\text{TCDD}}$	Concentration en masse des PCDD et des PCDF exprimée en équivalent de tétrachloro-2,3,7,8 dibenzoparadioxine à l'état sec et à la température et à la pression de référence, en nanogrammes par mètre cube, pour un taux en O ₂ de 11 %.
C_{ve}	Titre volumique de la vapeur d'eau dans les gaz de cheminée, sans dimension.
D_b	Diamètre intérieur de la buse servant au prélèvement, en millimètres.
$f_{11 \% \text{ O}_2}$	Facteur de correction permettant de convertir la concentration des gaz à l'état sec et à la température et à la pression de référence en une concentration correspondant à un taux en O ₂ de 11 %, sans dimension.
F_p	Facteur du tube de Pitot de type S, sans dimension.
ΔH	Chute de pression au niveau du manomètre du diaphragme pour chaque point de mesure, en kilopascals.
ΔH_{moy}	Chute de pression moyenne au niveau du manomètre du diaphragme, en kilopascals.

I	Isocinétisme, c'est-à-dire le rapport entre la vitesse des gaz dans la buse et la vitesse du courant gazeux non perturbé dans la cheminée à chaque point de mesure, en pourcentage.
I_{moy}	Isocinétisme moyen du prélèvement pendant l'essai, en pourcentage.
j	Nombre de points de mesure, sans dimension.
K_0	Facteur du manomètre du diaphragme.
M_{H_2O}	Masse molaire de l'eau, soit 18 kg/kmol.
m_{H_2O}	Masse de la vapeur d'eau condensée dans les impingers, en grammes.
M_h	Masse molaire des gaz de cheminée, à l'état humide, en kilogrammes par kilomole.
m_{PCB}	Masse des polychlorobiphényles prélevés dans la ligne d'échantillonnage des composés organiques semi-volatils, en microgrammes.
M_s	Masse molaire des gaz de cheminée, à l'état sec, en kilogrammes par kilomole.
m_{TCDD}	Masse des PCDD et des PCDF, exprimée en équivalent de tétrachloro-2,3,7,8 dibenzoparadioxine, prélevés dans la ligne d'échantillonnage des composés organiques semi-volatils, en nanogrammes.
% O ₂	Taux d'oxygène dans les gaz de cheminée à l'état sec (V/V).
P_{bar}	Pression barométrique au site de prélèvement, en kilopascals.
$(P_{\text{ch}})_A$	Pression absolue des gaz de cheminée, en kilopascals.
$(P_{\text{ch}})_S$	Pression statique des gaz de cheminée, en kilopascals.
P_p	Pression mesurée avec le tube de Pitot à chaque point de mesure, en kilopascals.
P_{ref}	Pression de référence, soit 101,3 kPa.
$q_m \text{ PCB}$	Débit-masse des polychlorobiphényles, en microgrammes par heure.
q_v	Débit-volume des gaz de cheminée à l'état sec, à la température et à la pression de référence, en mètres cubes par heure.
R	Constante des gaz, soit 8,314 J/(mol . K) ou 8,314 kPa . m ³ (kmol . K) ⁻¹ .
t	Durée de l'échantillonnage à chaque point de mesure, en minutes.

$(T_{ch})_j$	Température absolue des gaz de cheminée à chaque point de mesure, en kelvins.
$(T_{ch})_{moy}$	Valeur moyenne de la température absolue des gaz de cheminée, en kelvins.
$(T_{cpt})_E$	Température absolue du gaz à l'entrée du compteur de gaz par voie sèche, pour chaque point de mesure, en kelvins.
$(T_{cpt})_{moy}$	Valeur moyenne de la température absolue du gaz dans le compteur à gaz par voie sèche, en kelvins.
$(T_{cpt})_S$	Température absolue du gaz à la sortie du compteur de gaz par voie sèche, pour chaque point de mesure, en kelvins.
T_{ref}	Température de référence, soit 298 K.
$(U_{ch})_j$	Vitesse des gaz de cheminée mesurée à chaque point de mesure, en mètres par seconde.
$(U_{ch})_{moy}$	Vitesse moyenne des gaz de cheminée, en mètres par seconde.
V_{cpt}	Volume des gaz de cheminée mesuré par le compteur à gaz par voie sèche, en mètres cubes.
$(V_{cpt})_j$	Volume de l'échantillon de gaz de cheminée mesuré par le compteur à gaz par voie sèche, pour chaque point de mesure, en mètres cubes.
$(V_{cpt})_{ref}$	Volume de gaz de cheminée mesuré par le compteur à gaz par voie sèche aux conditions de référence, en mètres cubes.
$(V_e)_{ref}$	Volume de la vapeur d'eau dans l'échantillon de gaz de cheminée aux conditions de référence, en mètres cubes.
γ	Facteur d'étalonnage du compteur à gaz par voie sèche (rapport entre le volume mesuré par le compteur par voie humide et le volume mesuré par le compteur par voie sèche), sans dimension.
128,95	Constante de proportionnalité $(m/s)(K^{-1} \cdot kg/kmol)^{1/2}$.

RÉFÉRENCES

1. Environnement Canada, *Méthodes de référence normalisées en vue d'essais aux sources: mesure des émissions de particules provenant de sources fixes*. Rapport EPS 1-AP-74-1, février 1974 (modifié).
2. Bursey, J., M. Hartman, J. Homolya, R. McAllister, J. McGaughey et D. Wagoner, *Laboratory and Field Evaluation of the Semi-VOST Method, Volume II: Appendices*. EPA/600/4-85/0756 (novembre 1985), NTIS No. PB 86-123569.